#3 #3

広島県水産試験場研究報告

第 3 号

昭和47年3月

広 島 県 水 産 試 験 場
（広島県安芸郡音戸町大字音戸5233—2）

広 水 試 研 報
Bull. Hiroshima Fish. Exp. Stn.

目　　次

原　著

高山　晴義
1969および1970年広島湾に発生した赤潮ベン毛虫について……1
佐藤　正明・伏見　徹・高山　晴義
マダイ稚仔期の栄養に関する研究—Ⅰ
合成餌料とシオミズツボワムシを与えて飼育した場合の成長・生残率の比較……9
伏見　徹
マダイの種苗生産に関する研究—Ⅴ
α化澱粉を添加した生餌による幼稚魚給餌試験……21
伏見　徹
マダイの種苗生産に関する研究—Ⅵ
Tigriopus と *Artemia* の併用による稚魚の給餌試験……29
増村　和彦・伏見　徹
種苗生産過程におけるマダイ仔魚期の摂餌選択について（予報）……35
伏見　徹・増村　和彦・佐藤　正明
養成マダイからの採卵に関する研究—Ⅱ
越冬期間の加温飼育の効果について……41
猪子　嘉生・大内　晟
福山沖ノリ漁場環境調査—潮流および陸水，栄養塩類の分布……49

抄　録

荒川好満：渦虫類の１種，イイジマヒラムシによる
広島産養殖カキの被害……63
荒川好満：広島湾地区浅海漁場開発計画調査について
——カキ養殖場の開発とその問題点……63
荒川好満：二枚貝類の糞学的研究……64
荒川好満：軟体動物糞学文献集……64
荒川好満：1969年広島湾に異常発生した管棲多毛類の１種
カサネカンザシによる養殖カキの被害について……65
荒川好満：広島湾とその周辺のカキ養殖場に異常発生したヒドロ虫類……65
荒川好満・楠木豊・神垣正昭：カキ養殖場における生物源堆積現象の研究—Ⅰ
適正養殖密度について……65
荒川好満：アカガイの一奇形……66
木村知博：養殖場の環境要因からノリの品質を推定する方法について……66
木村知博：気象条件からノリの生産量を推定する方法について……67
楠木　豊：広島湾におけるムラサキガイの付着状況……67

楠木　豊：カキ及び付着生物の排泄物量について……68
楠木　豊：缶詰カキの緑変と海水中色素との関連について……68
溝上昭男・堀田正勝：ミルクイの増殖に関する研究—Ⅰ
浮遊幼生と沈着初期稚貝の成長について……69
溝上昭男・堀田正勝：ミルクイの増殖に関する研究—Ⅱ
潜入稚貝の成長について……69
大内　晟：ノリに対する界面活生剤の毒性，および
付着油の洗浄効果について—Ⅰ……70

各種刊行物リスト……71

原著 **Original Articles**

1969年および1970年広島湾に発生した赤潮ベン毛虫について

高　山　晴　義

Observations on an Interesting Marine Euglenoid Flagellate Blooming in Hiroshima Bay, 1969 and 1970

Haruyoshi TAKAYAMA

(図版 Pls. I—IV)

Abstract

During the summer (August to September) of 1969 and 1970, the colored water of a primitive marine euglenoid species, *Hemieutreptia antiqua* HADA[9], occurred abundantly in Hiroshima Bay and adjacent waters and caused a widspread damage to coastal fisheries. Some observations on the structure, reproduction and regeneration of this species have been carried out during the last two years, basing upon materials cultured in the laboratory using IWASAKI's SW-II culture medium.

The results obtained from these observations are summarized as follows:

1. In many respects, the present species shows primitive characters in structure and form (Pl. I).
2. The present species reproduces itself by longitudinal binary fission as seen in other common euglenoids (Pl. III, a-f).
3. Formation of cysts has not been observed under any conditions unfavourable for this species.
4. Regeneration has commonly been observed (Pl. II).
5. The present species forms aggregating mucoid masses when kept in denser culture medium than usual or exposed to direct sun-light (Pl. IV, d-i).

ま　え　が　き

昭和44年８月から９月にかけて，広島湾および呉水道を中心に，ムカシウミミドリムシ（*Hemieutreptia antiqua* HADA[9])による赤潮が発生し，養殖ハマチが大量にへい死した。45年には，本県はもとより，瀬戸内海西部に広く分布し，水産業に与えた被害は甚大なものであった[1]。46年は，８月に当場地先水域等でも認められたが，赤潮を形成するまでには至らなかった。

本種は羽田[2]によってはじめて観察され，原始的な Euglenoida の１種とされた。岩崎[3)4)5)]は，*Eutreptiella* sp. として，その生理・生態について報告している。

著者は，昭和45年９月より，本種を培養し，２・３の観察をしたので報告する。

この研究にあたり，種々御指導をいただき本稿の御校閲を賜った広島商科大学羽田良禾教授に厚く御礼申し上げるとともに，貴重な写真を提供協力くださった，広島県福山農林事務所の横山巖技師と崎長威志技師に深く感謝する。

材料および方法

観察に用いた材料は，昭和45年９月，佐伯郡五日市町沖および，昭和46年８月，安芸郡音戸町の当場地先で採集し，分離・培養したものである。培養液は主として，岩崎[6]の SW II を使用し，白色螢光灯の連続照射，20°C恒温ボックス内で飼育した。

本種は，非常に破壊されやすく，固定が困難なため，観察はほとんど生体によった。また，分裂および再生の観察は，懸滴法の新法[7]で行なった。

結果および考察

このベン毛虫は，体長60～130μ，巾20～40μで，おおむね紡錘形をしている（Pl. I)。前端に小さな貯胞（*r*）がある。貯胞からは，体長とほぼ同長か，やや長い２本のベン毛がでている。うち１本は前方に伸びて，顕著なベン毛運動を示す（*lf*)。他の１本は，後方に向い，運動が少なく観察しにくい（*tf*)。羽田[9]は，これはベン毛ではなく，粘液が糸状に連なった紐状体としている。著者は，これのゆるやかな運動を観察しており，ベン毛とした方が妥当であると考えている。核（*n*）は，体の中央または，やや前方に位置する。細胞内には，黄色または黄褐色をした多数の色素体（*ch*）が散在する。また，濃い褐色をした大きな色素体（*gch*）が観察されることがある。羽田[8]は，これを色素体の分裂中のものとしている。また，細胞内には，球状の貯臓物質，パラミロン（*p*）が散在する。細胞膜に内接して，多数の顆粒が認められる。この顆粒には，大きさ，光の屈折性などから，２種類以上あると思われる（*gs*, *gl*)。

増殖は，他の一般的なミドリムシ類にみられるように，縦二分裂によって行なわれる（Pl. III, a-f)。20°Cに保って観察した結果，細胞分裂に60～90分を要した。

培養中のものには，畸形が多く出現し，分裂の異常と思われる個体も観察された（Pl. III, g-h)。

多くの原生動物は，生育条件が悪くなると被膜を作り Cyst を形成する。本種は，培養液の老化，暗所あるいは低温（10～5°C）の不適条件下で飼育すると，器底に球形となって沈下する(Pl. III, i-j)。しかし，これには被膜が認められず，また，新しい培養液に移すと，徐々に紡錘形の正常な形に復元し，Cyst とは異なった生態を示した。

本種は，細胞膜が弱く，検鏡中にも細胞質をはき出すように破壊される（Pl. IV, a)。細胞が完全に破壊されると，色素体もその構造を失い，あとに白く輝いた核がとり残される（Pl. IV, b)。しかし，細胞の一部のみが破壊されただけの場合（Pl. IV, c）には，再生が行なわれることが観察された。その詳細は以下のとおりである（Pl. II)。

破壊直後，ほとんど球形で，貯胞もベン毛も確認できない。直径は約30μであった(a)。45分後には，貯胞が認められるようになり，短いベン毛がゆるやかに動いているのが観察された(b)。１時間45分後には，体長が50μに成長した(c)。５時間45分後には，60μとなり，ベン毛も伸長して活発な運動がみられた(d)。26時間後には，体長が80μとなり，ほぼ元に復した(e)。

細胞の破壊は，末端のごく一部だけに限られることもある。ベン毛は非常に切断されやすい

が，切断されない場合は，球形の生物体が泳ぎ出す。また，破壊直後に分裂を開始するのも，しばしば観察された。いずれの場合にも，やがて紡錘形の正常な形となり，再生は少なくとも培養液中では，普通に行なわれる現象と考えられる。

この生物自身，粘液を分泌すると推察され，培養密度が高くなったり，直射日光を照射すると，器底に凝集して粘性の高いかたまりとなる（Pl. IV, d-e)。この粘塊を観察すると，虫体はたがいに重なりあい，形も著しく変形している（Pl. IV, g-i)。ベン毛の運動も非常にゆるやかである。この状態のものをそのまま放置しておくと，やがて死滅するが，静かに培養液を換えて，適所に静置すると，すみやかに正常な状態にもどる。

この生物による赤潮が発生すると，養魚場の生簀網が異常に汚れるといわれている（Pl. IV, f)。これは，このベン毛虫の遺骸が網に付着するためといわれているが，この観察の結果，この生物自身の分泌する粘液によって付着し，しだいに大量の粘塊を網目上に形成するためと推察される。

要　　約

昭和44年および45年夏発生した赤潮ベン毛虫 *Hemieutreptia antiqua* HADA を45年9月より培養し，形態・生殖および再生の観察を行ない，次の結果を得た。

1. この生物は，形態的にも生態的にも，多くの原始的特徴をそなえている。
2. 増殖は縦二分裂によって行なわれる。
3. Cyst は観察されなかった。
4. 細胞は破壊しやすく，再生力が強い。
5. 高密度培養または，直射日光を照射することにより，粘塊が形成され，このことが養魚場の生簀網を異常に汚す原因と推察される。

文　　献

1）広島県水産試験場：赤潮による養殖ハマチの被害について，指定調査研究総合助成事業病害研究報告書，4～10（1970).

2）Y. HADA: Marine primitive *Euglena* occurring in colored water of Hiroshima Bay, 日本動物学会中国支部会報，22.（1970).

3）岩崎英雄：赤潮の発生とその生理的環境，バイオテク，5：395～400,（1971).

4）岩崎英雄：赤潮ベン毛藻に関する研究，昭和46年度水産学会春季大会，学会賞受賞者講演要旨.（1971).

5）岩崎英雄：赤潮鞭毛藻に関する研究—Ⅵ. 1970年備後灘に出現した *Eutreptiella* sp. と *Exuviaella* sp. について，日本海洋学会誌，27(4)：152～157,（1971).

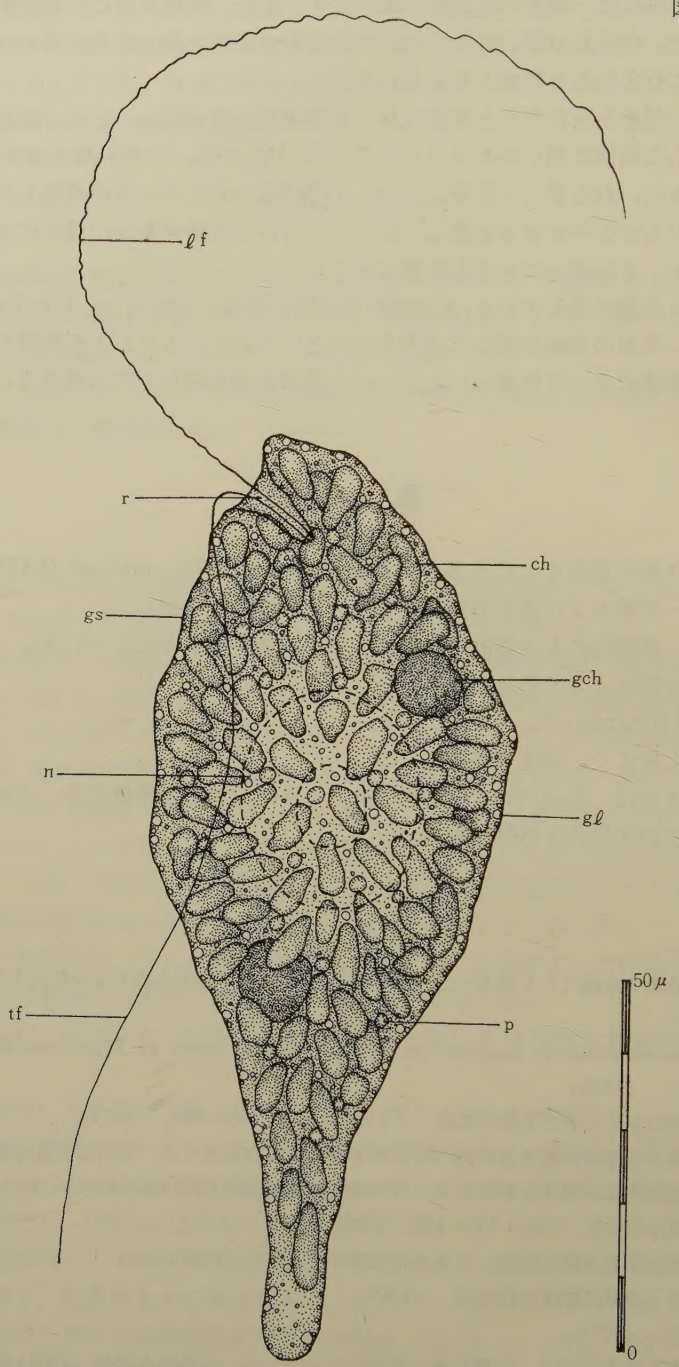
6）岩崎英雄：微細藻類の分離と培養，日本水産資源保護協会.（1967).

7）田中克己・浜清：顕微鏡標本の作り方.（1969).

8）羽田良禾：私信.（1971).

9）羽田良禾：公害と原生動物Ⅱ. 赤潮公害と赤潮プランクトン，広島商大論集，12(2)：27～57,（1972).

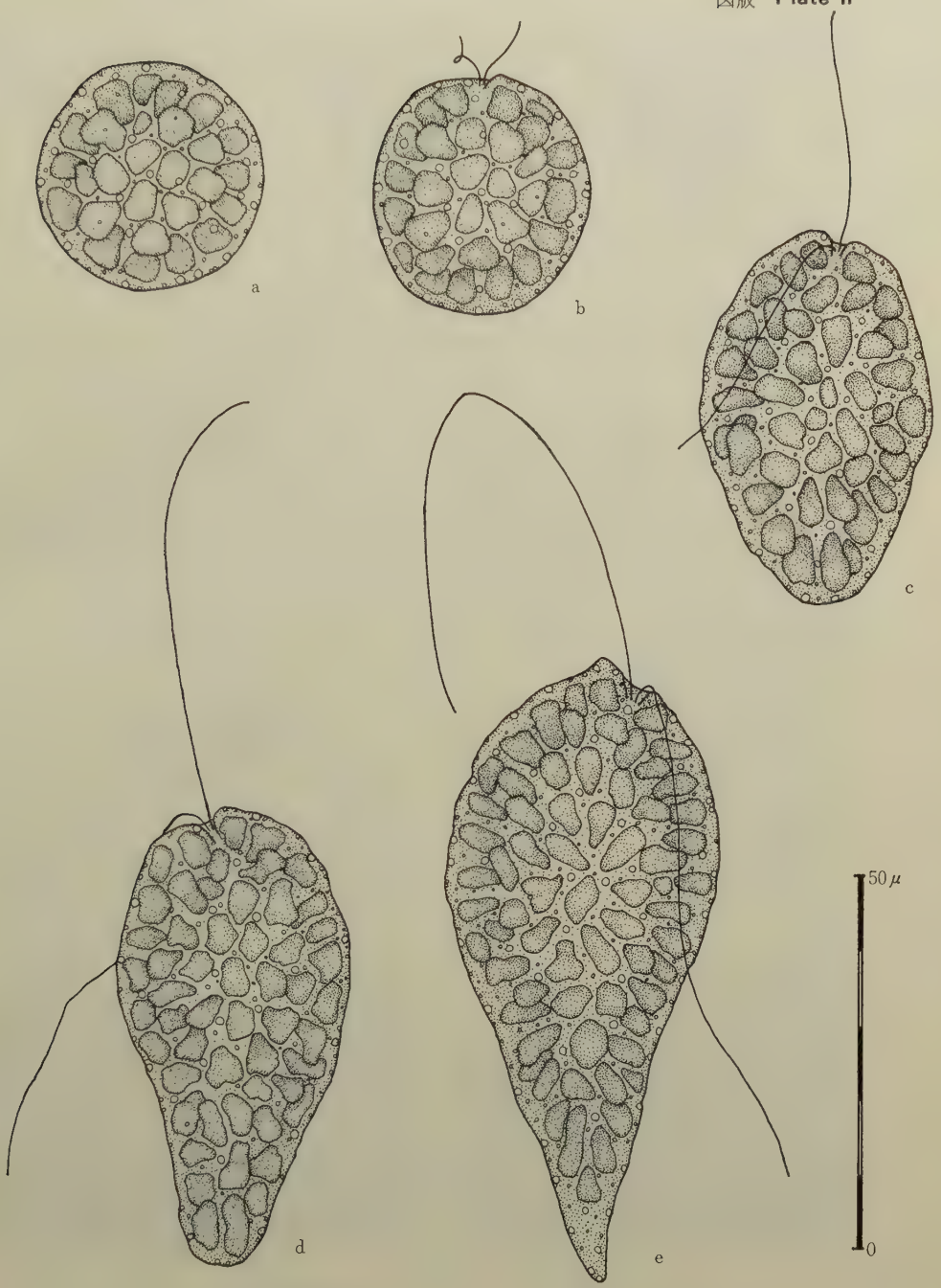
図版 **Plate I**



I. ムカシウミミドリムシの体制模式図（拡大図）。
ch. 色素体，*gch.* 大型色素体（分裂中），*gs* & *gl.* 顆粒，*n.* 核，*p.* パラミロン，*r.* 貯胞，*lf.* 運動ベン毛，*tf.* 曳行ベン毛。

I. Schematic representation of general structure of *Hemieutreptia antiqua* HADA.
ch. chloroplast, *gch.* giant chloroplast (chloroplast in division), *gs* & *gl.* granule, *n.* nucleus, *p.* paramilum, *r.* reservoir, *lf.* locomoting flagelum, *tf.* trailing flagelum.

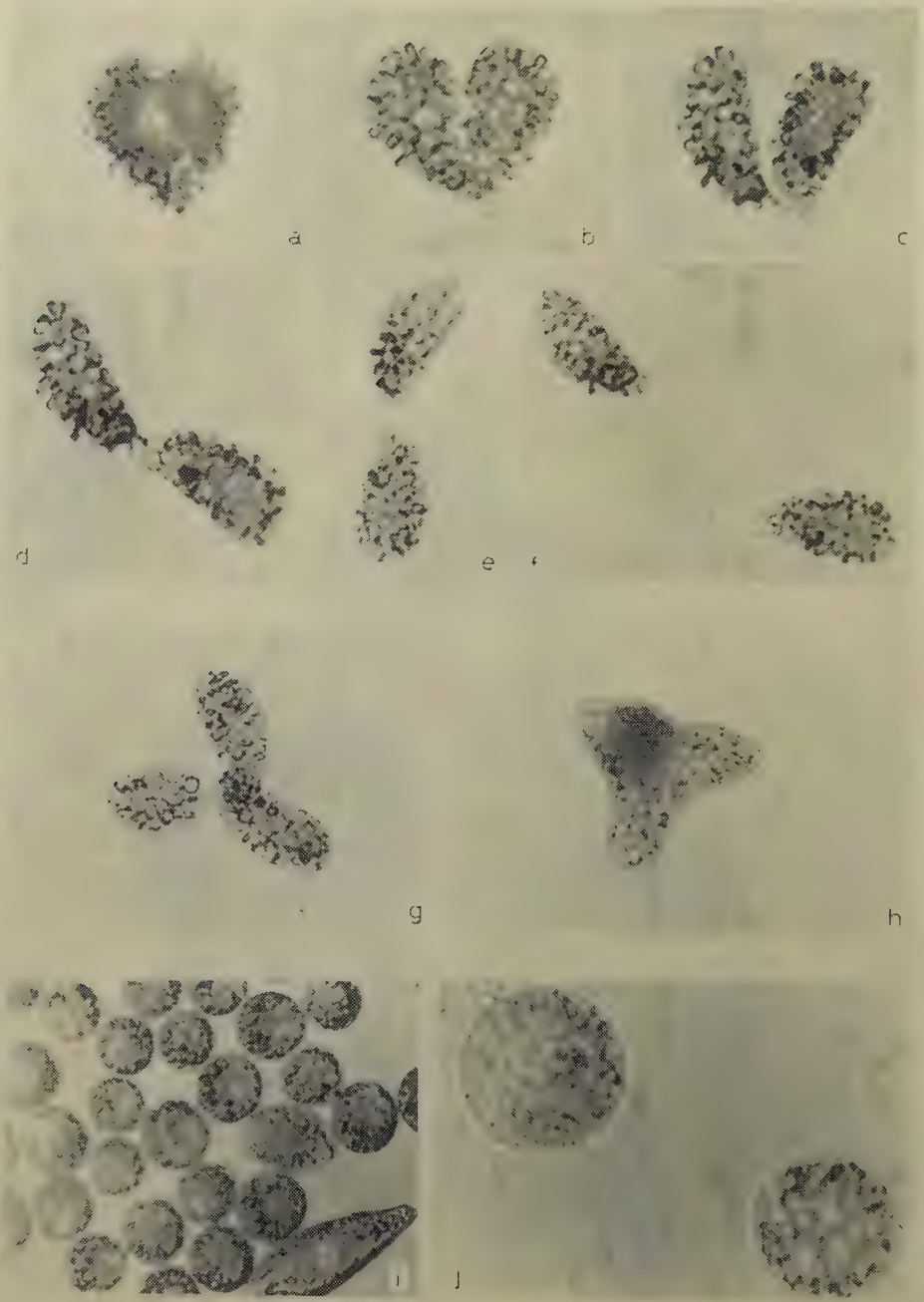
図版 **Plate II**



II. ムカシウミミドリムシの再生過程模式図（拡大図）（a→e の順）。

II. Schematic representations of various phases of regeneration in *H. antiqua* (greatly magnified) (from a to e).

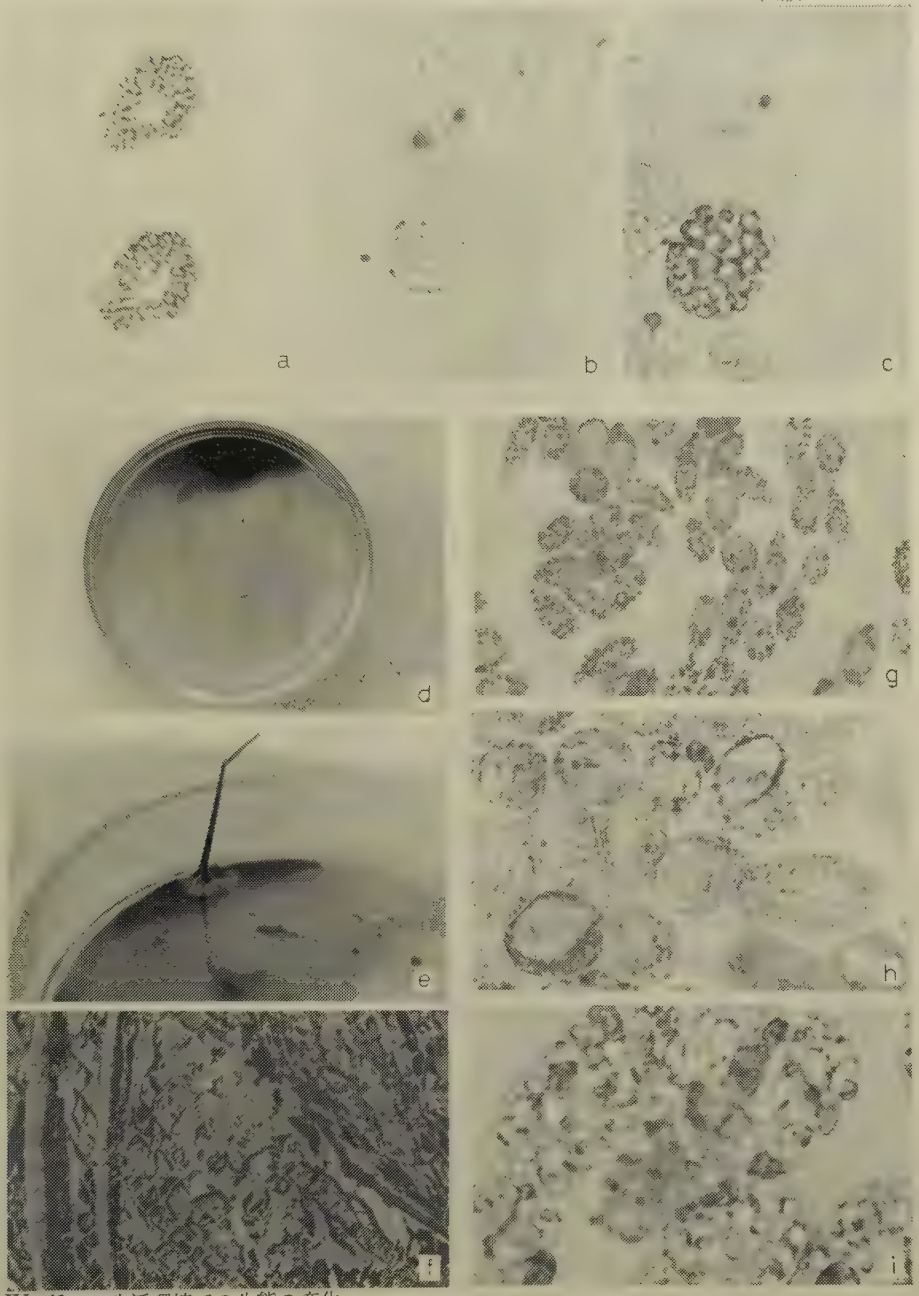
図版 **Plate III**



III. ムカシウミミドリムシの分裂過程（拡大図）。
a-f. 正常な縦二分裂。
g & h. 異常分裂。
i-j. 不適条件下で培養した際に見られる球状の異常形態（cyst膜を欠く）。

III. Various stages of reproduction in *H. antiqua*. (greatly magnified).
a-f. Various stages of normal binary fission.
g & h. Various stages of abnormal fission.
i & j. Assumed spherical form without cyst membrane which is frequently seen under conditions unfavourable for this species.

図版 **Plate IV**



IV. 種々の生活環境での生態の変化。
a-c. 破壊された細胞片。
d & e. 培地中で，日光の直射によって粘液を分泌し，凝集したもの。
f. 網の目をふさいだ粘液態の赤潮。
g-i. 粘液を分泌し，凝集した本種のクローズ・アップ。

IV. Diverse aspects of mode of living in *H. antiqua* under various life-environments. (magnified to different sizes for each figure).
a-c. Broken cell-pieces.
d & e. Aggregating mucoid masses of the euglenoid kept in the culture medium, caused by being exposed to direct sun-light.
f. Meshes of fishing net thickly covered with the mucoid colored water.
g-i. Close-up of aggregating mucoid masses of the euglenoid.

マダイ稚仔魚期の栄養に関する研究--I

合成餌料とシオミズツボワムシを与えて飼育した場合の成長・生残率の比較

佐藤正明・伏見　徹・高山晴義

Studies on Nutrition in Larval Stages of Red Sea Bream,
Pagrus major (TEMMINCK et SCHLEGEL)—I.

Comparison of Growth and Survival Rates Between the Larvae Fed with Synthetic Diet and Those with Culture of *Brachionus plicatilis*.

Tadaaki SATO, Toru FUSHIMI and Haruyoshi TAKAYAMA

（挿図 Text-figs. 1—7, 図版 Pl. V）

ま え が き

マダイ稚仔魚期における栄養に関する研究を行なうためには，栄養学的に完全な組成の基本餌料を用うべきである。

幼・成魚の栄養要求については米等[1]，伏見[2]の報告があるが，稚仔魚に関する報告はみられない。現在稚仔魚の餌料は主としてプランクトンに依存しており，人工的合成餌料は用いられていない。その主な理由の一つは合成餌料を微細な粒子にし，その粒子を稚仔魚に充分摂取させることが困難なためである。

我々はそこで，まず稚仔魚に摂取させるための条件を検討し，その条件をできるだけ満足する人工合成餌料を目標にして試作し，海水中での物性面の検討をすると同時に，稚仔魚を対象として摂餌および成長に関する検討を行ない，若干の知見を得たので報告する。

実　験　I

材料および方法

1．試作餌料内容および製法

試作餌料の内容は表1，2のとおりである。製造方法はA，B 2種類ともスプレードライヤー方式によった。乾燥のための熱風の温度は極力低くしビタミン類の破壊防止や蛋白質の熱変性の軽減に努めた。

2．飼育試験期間

15日間（6月15日～6月29日）

3．供試魚

ふ化後7～10日目の仔魚を使用

1区：12,880尾
2区：13,220尾
3区：13,380尾

4．試験区別餌料種類

表1　実験Iの A 餌料* 内容

原料の種類	配合組成(%)(無水物換算)	摘要
エビ肉（生）	20	無頭，脱皮後の肉質部のみ使用
白味魚肉（生）	30	三枚の卸身
活性小麦グルテン	15	
脱脂粉乳	10	
鶏卵黄	5	
牛肝臓（生）	5	
大豆油	5	
ブドー糖	5	醗酵製造法によるもの
混合ビタミン	5	Halver 処方（但し基材はグルテン）
マツカラム塩	(2)	No. 185 外割添加

* 理研ビタミン油工業製造

表2　実験Iの B 餌料* 内容

原料の種類	配合組成(%)(無水物換算)	摘要
スケソタラ肉（生）	66.7	冷凍すり身
鶏全卵	20.0	
ミルクカゼイン	10.7	
ハマチエーデS	2.7	

* 武田薬品工業製造

1区：A餌料
2区：B 〃
3区：培養シオミズツボワムシ（対照）

5. 飼育施設および給餌

飼育施設は図1のとおりであるが，飼育容器にはパンライト製 500ℓ容のものを使用した。

人工餌料の給餌は餌を海水に混和してそれをサイフォンで常時滴下し餌料が絶えず飼育槽中に懸垂している状態にした。給餌量は1日20gとし，給餌容器が小さいために8時と13時の2回に分けてそれぞれ10gずつ充塡した。シオミズツボワムシは培養液から濾過分離したものを1日2回与えた。

6. 飼育一般管理

半流水式とし水質の悪化を防止し，水温の急激な変化を起さないようにした。その換水率は約1回/日とした。飼育槽の底部は1日1回毎朝サイフォンにより残餌およびへい死魚を取りあげ，へい死魚は計数した。

7. 調査項目

1）魚体測定

放養時（6月4日），実験開始時（6月15日），6月22日，終了時（6月29日）の4回にわたり全長測定した。

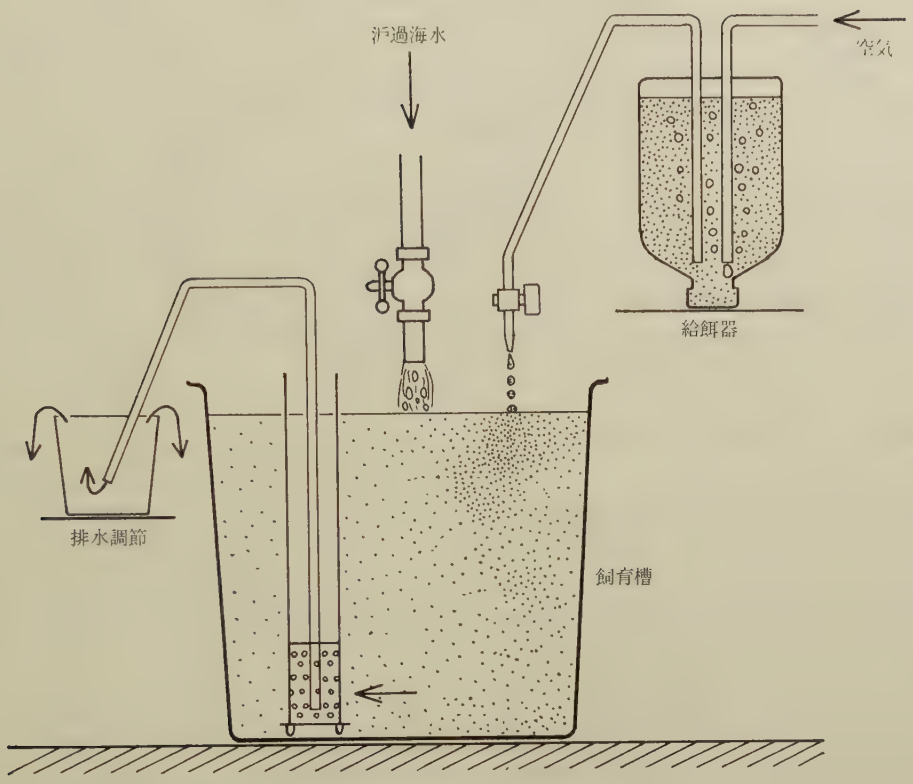


図1　飼　育　装　置

2）へい死魚数
毎朝1回取りあげ計数した。
3）摂餌状態の観察
水槽内の摂餌行動を水面上から観察し，更に消化器を適時投影機と顕微鏡で観察した。
4）餌料密度の測定
飼育水槽中の餌料密度は餌料滴下点は除外し，一定水量をサンプリングして算出した。

結果および考察

1．試作餌料の物性

稚仔魚の餌料としての必要条件は，物性面等でつぎの諸点であるとの観点で試作した。
1）粒子の形状は球形又はそれに近い。
2）粒子の大きさは長径が50～300μ。
3）比重が海水に近似しており，海水になるべく長時間懸垂している。
4）海水中で難溶で長時間形態が維持できる。
5）摂餌後体内で消化されやすい。
6）栄養的に理論上無理がない。

その結果，物性面においては表3に示したように，形状，大きさ，海水に対する溶解性等においてほぼ満足できたが，海水中における懸垂性の点では後述するように沈降速度が早く，稚仔魚の

表3　実験Ⅰの試作餌料の物性

物性	A餌料	B餌料
形状	ほぼ球形	ほぼ球形
粒子の大きさ	長径 50～100 μ	長径 50～100 μ
海水における溶解性	24時間以上形状変化せず	24時間以上形状変化せず
膨潤性	長径15～20%増大	長径10～15%増大
海水における懸垂性（沈降速度）	5～10 cm/min.	10～14 cm/min.

摂餌状態からみて不充分であった。

2．成　長

図2に示したが，人工餌料区は対照区に比較して著るしく劣っている。1区と2区を比較すると2区の方がやや優っている。人工餌料はこのように明らかに劣っているが，全く成長していないのではなく，成長は非常に悪いが成長していることは明らかに認められる。換言すればこの人工餌料は摂餌され，幾分かは消化吸収されたことを意味している。

2．生残率

表4に示したように，この実験では3つの区とも生残率が悪かったが，対照区が最も良好で，人工餌料はその約2分の1の生残率であった。1区と2区を比較すると成長とは逆に1区の方がやや良好であった。

3．餌料の水槽内における物性的状態と摂餌状況

給餌器から海水とともに注入された人工餌料は次第に沈降するが，表面から底面まで約30分を要するので常に一定量は懸垂していることになる。しかし摂餌が緩慢なため大部分は底面に沈着する。

摂餌はその初動行動である餌へattackする動きにより明らかに観察された。しかしそのattackの回数が多い割合には消化管内に餌料が充満していない。その理由は明らかではないが，餌の硬さが関係あるように推定される。

消化管内に取り込まれた餌料の状態，および糞を検鏡した結果を図版Ⅰ—1～8図に示

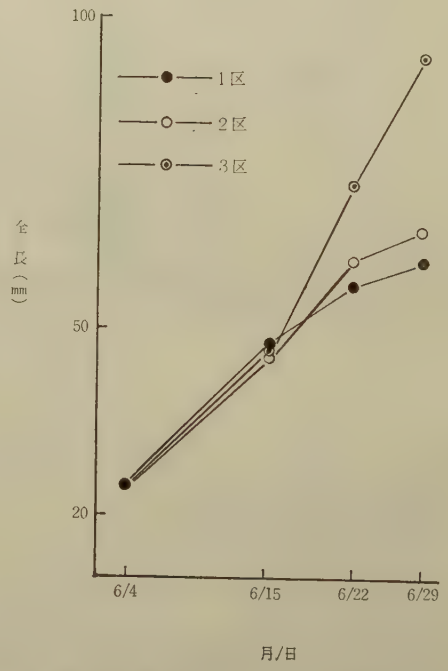


図2　実験Ⅰの全長（平均）の推移

表4　実験Ⅰの生残率

区	放養時尾数	終了時尾数	生残率(%)
1	12,880	442	3.43
2	13,220	306	2.31
3	13,380	778	5.81

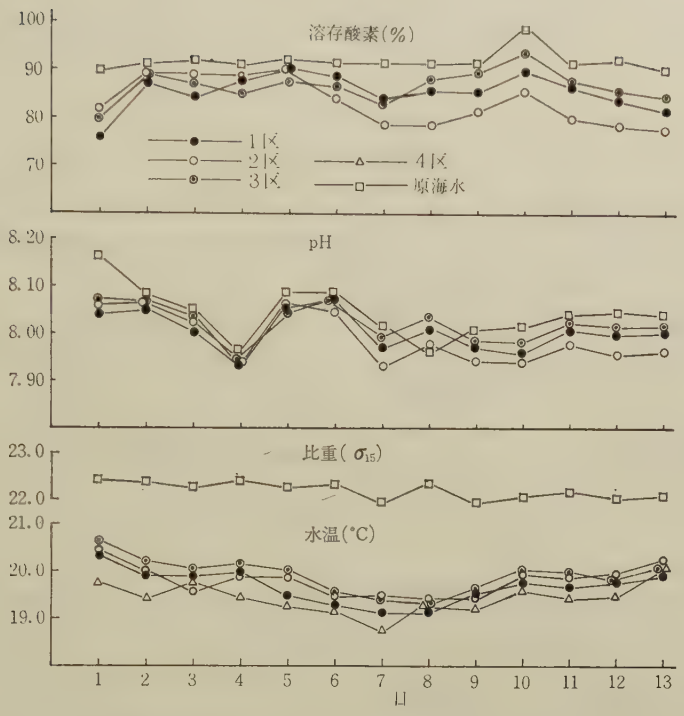


図3　実験中の飼育水の水質

した。同1～4図は1区，2区の人工餌料区の供試魚の消化管であるが，明らかに餌料の存在が認められる。また同7，8図は同じく1区，2区の供試魚の腹部を軽く圧迫して排出させて得た糞である。このようにこれ等の図からも人工餌料を量的には明らかでないが，可成り摂取していることが確認された。

4．水　　質

試験期間中の水槽内の水質の変化を図3に示した。人工餌料による飼育水槽とシオミズツボワムシによる飼育水槽の水質を比較すると，前者の方が溶存酸素量はやや少なく，又pHもやや低い値である。しかしその差は僅少である。従って今回の人工餌料は水質を悪変させる程の溶解性はなかったものと思われる。

5．餌料密度

各試験水槽の餌料の分布状態は，シオミズツボワムシは通常均一に分布しているが，光線（主として太陽光線）の照度や角度で変化する場合がある。人工餌料区では，餌料の落下点では勿論高密度であるが，それから20 cm以上離れるとほぼ均一に分布している。その密度については表5に示した。この表によると，対照区に比較して人工餌料区の1区は約2倍，2区は逆に約2分の1の程度であった。

表5　実験Ⅰの水槽中の餌料密度

試験区	第1回 (N/cc)	第2回 (N/cc)	平均 (N/cc)
1　区	7.7	8.6	8.2
2　区	1.9	2.0	1.9
3　区	4.3	5.0	4.7

2区の密度が低いのは餌料の比重が大きく沈降速度が早いためである。1区は密度の点では充分満足できるが，沈下ロスは可成り多く，給餌量の減少とともに比重の軽減が必要と思われる。

実　験　Ⅱ

材料および方法

1．試作餌料内容および製法

実験Ⅰに使用したB餌料と同じ内容で粒子を大きくしたもの，当場で凍結真空乾燥法で製造した粉末配合餌料，および同じく同法で製造したクロダイ乾燥受精卵の3種類を用いた。凍結乾燥法による粉末配合餌料の内容は表6に示したとおりである。またクロダイ乾燥卵の水分は5～6％であった。

表6　実験Ⅱの凍結真空乾燥餌料内容

原料の種類	組成（％）（無水物換算）	摘　要
冷凍イカナゴ(生)	30.6	全魚体を使用
赤エビむき身肉(生)	30.6	
鶏　卵　黄	10.2	
活性小麦グルテン	20.5	
ブ　ド　ー　糖	2.0	
混合ビタミン	6.1	Halver 処方基材はグルテン

2．試験期間

12日間（6月30日～7月11日）

3．供試魚

ふ化後23日目のものを各区500尾ずつ使用。

4．試験区餌料

1区：凍結真空乾燥クロダイ受精卵
2区：凍結真空乾燥配合餌料
3区：B餌料（実験Ⅰと同じ内容）
4区：シオミズツボワムシ（対照）

5．飼育施設および給餌

飼育水槽は各区とも，また3区の給餌器および給餌方法は実験Ⅰと同じである。従って2，3区の給餌は給餌器を使用せず1日2回朝と昼水面に所定量を散布した。1日の給餌量は，1，2区 10g，3区 20g とした。

6．飼育一般管理

実験Ⅰと同じく半流水式としたが，注水量はそれより多く換水率を1.5回/day とした。その他の管理は第一次試験とほぼ同様にした。

7．調査項目

1）魚体測定

実験開始時（6月30日），7月6日，実験終了時（7月11日）の3回にわたり全長を測定した。

2）へい死魚数

実験Ⅰと同じ要領で計数した。

3）摂餌状態の観察

実験Ⅰと同じ。

結果および考察

1．試作餌料の物性

試作餌料の物性については表7に示した。凍結真空乾燥は，その製造法の特性上粒子内が多孔

表7　実験Ⅱの試作餌料の物性

物　　性	B 餌 料（3区）	凍結真空乾燥餌料(配合)（2区）	凍結真空乾燥餌料（クロダイ卵)(1区)
形　　状	ほぼ球形	不定形	ほぼ球形
粒子の大きさ	350 μ	250～420 μ	長径 600 μ　短径200 μ
海水に対する溶解性	24時間以上形状変化せず	10時間以上形状変化せず	不溶
海水による膨潤性	長径15～20%増大	長径20～30%増大	膨潤してもとの球形に復元する
海水における懸垂性	沈降速度 10 cm/min.	水面に浮上しているのが漸次沈降する1.5cm/min.	24時間以上浮上

質になっており，浮上性が強く，吸水して漸次沈降する。そのため海水中の懸垂性は良好であった。しかし形は球形でなく不定形であった。クロダイ卵は前記表7のように稚魚にとっては大きすぎるようであった。また浮上性は強すぎる程で沈下しにくい。

2．成　　長

図4に示すように，人工餌料区は対照区に比べて明らかに劣っている。中間測定時では対照区は3区と大差はなかったが，その後差が大きく開いた。人工餌料区相互を比較すると中間測定時では3区＞2区＞1区で1区はほとんど成長が認められなかったが，終了時では3区と2区の差はなくなった。しかし1区は僅かな成長を示したに過ぎなかった。1区が非常に悪い結果であったのは，粒子の径が大きすぎ摂餌が非常に困難であったためと思われる。2，3区は対照区と比べると実験Ⅰと同様非常に悪いが成長は認められた。全長組成については図5に示すように，1区は対照区に比べて成長は悪いが個体のバラツキは小さい。これは摂餌量が非常に少なかったためと思われる。2，3区は逆に対照区より個体のバラツキは大きい。

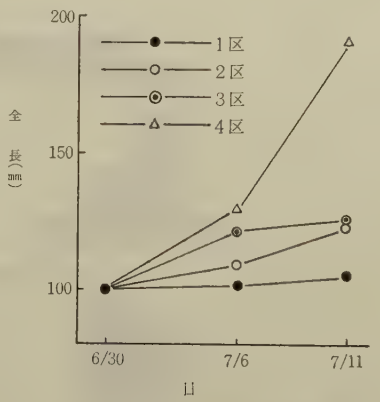


図4　実験Ⅱの全長（平均）の推移

3．生 残 率

表8に示すように，2区は68.2%と非常に良好で4つの試験区の中では最高の率であった。この程度のステージで，この期間のプランクトン飼育（主としてシオミズツボワムシ）の場合通常 50～60% の生残率であるから，通常の場合と対比して可なり良い率といえる。1区は38.8%であるからやや劣ることになる。また3，4区はともに20%前後の値であるから非常に悪いということになる。

表8　実験Ⅱの生残率

区	放養時尾数	終了時尾数	生残率(%)
1	500	190	38.8
2	500	341	68.2
3	500	104	20.8
4	500	99	19.8

へい死魚の状況は図6と表9に示したが，

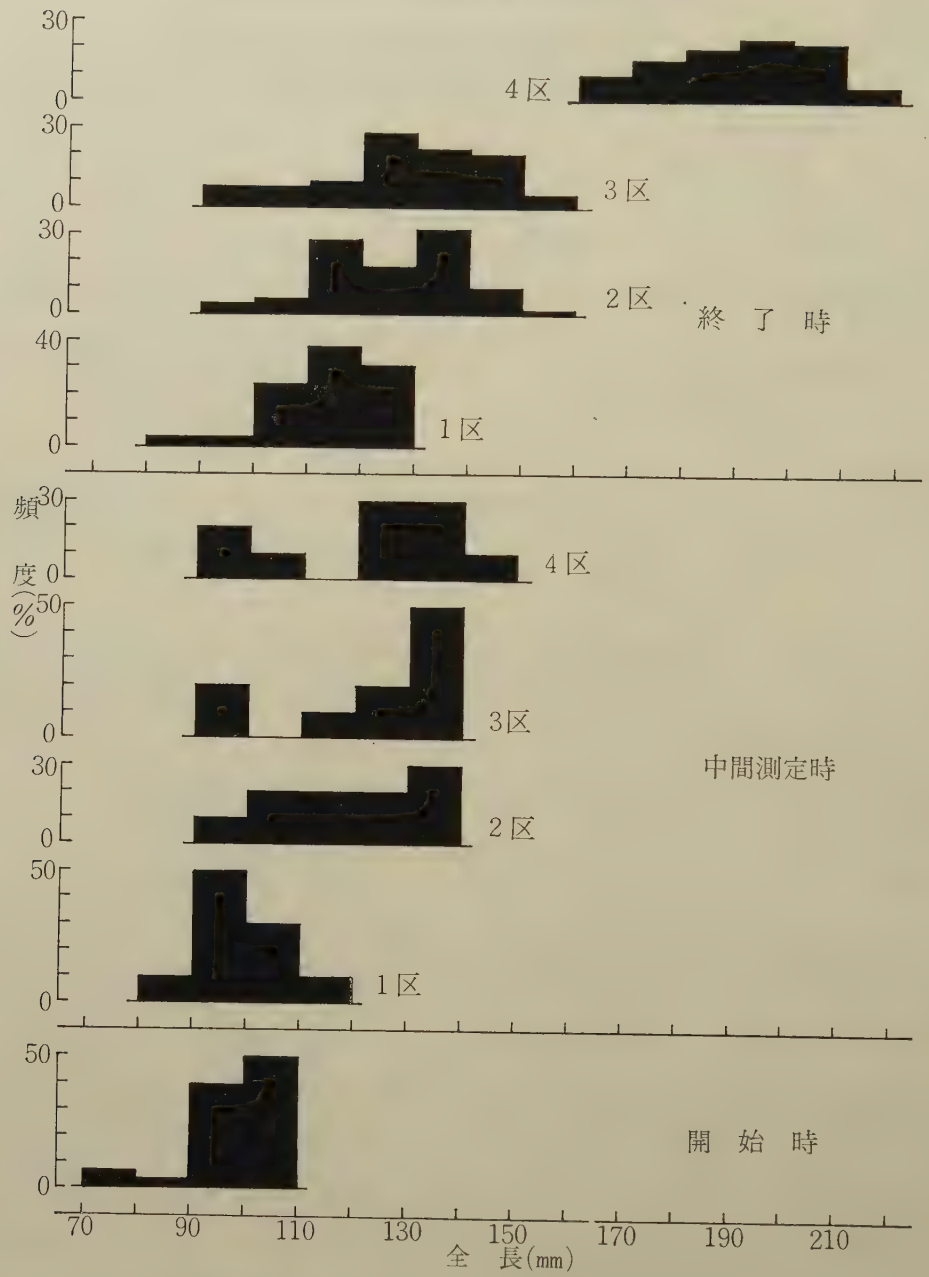


図5 実験Ⅱの全長組成の推移

1区は試験開始時から次第にへい死数が増加し，中間がピークになり10日目頃に至り安定している。3，4区は3日目から急増したのでモナフラシンで処理した後は急に減少した。

このような各区のへい死状況から，2区のへい死の主な原因は餌料に起因し，3，4区は主に病原細菌による感染が原因と推定される。従って3区については餌料が生残率に関係しているかどうか明らかでない。

4. 餌料の水槽内における物性的状態および摂餌状況

1区の餌料は水面に撒布すると完全に浮遊しており長時間沈下しない。形は乾燥状態ではやや

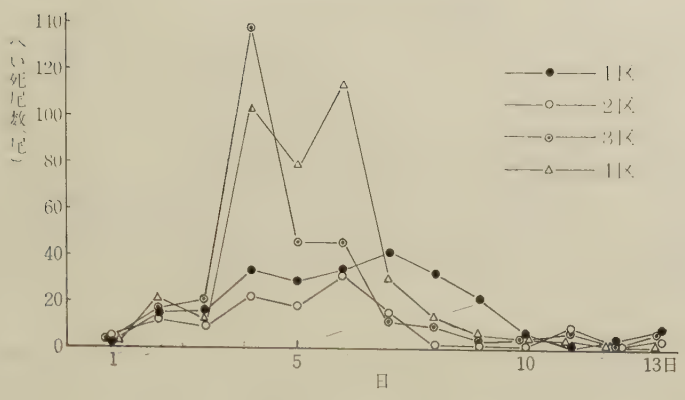


図6　実験Ⅱのへい死状況

表9　実験Ⅱの試験へい死状況

日数	1区（尾）	2区（尾）	3区（尾）	4区（尾）
1	1	0	2	2
2	14	12	17	18
3	15	9	20	13
4	34	23	139	103
5	29	17	46	79
6	34	34	47	114
7	43	13	12	30
8	33	0	10	14
9	21	1	1	9
10	5	0	3	4
11	0	8	4	2
12	2	1	1	0
13	6	3	4	0
計	237(69)*1	121(38)	306(90)	388(13)
へい死率*2（%）	47.4	24.2	61.2	77.6

*1　（　）内は不明魚数でへい死魚数に含めていない

*2　不明魚数を含めない率

収縮しているが，吸水するに従って生鮮時の原形に復元する。粒子（卵）の大きさは表7に示したように，この程度の大きさの稚魚にとっては大きすぎたと思われ，表層で盛んにattackはするが捕食できない場合が多く観察され，検鏡した場合空胃の魚が多くみられた。

2区は1区と同様撒布時には完全に水面に浮遊しているが，次第に吸水して沈下懸垂し，これにattackしている。試験開始直後は不慣れのためかattackは不活発であった。しかし経日とともに盛んになった。attack後捕食した餌料は検鏡により確認された。

3区は実験Ⅰと同じ傾向がみられた。

5．水　　質

図7に示したように，実験Ⅰと同様，温度，溶存酸素，pHとも良好な状態であり，1，2，

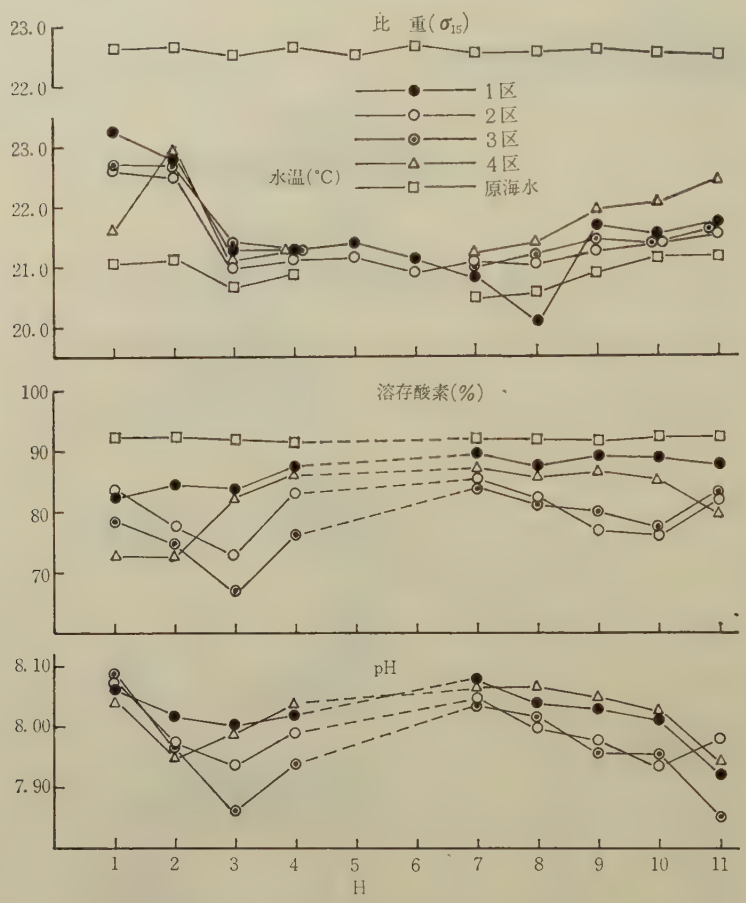


図7　実験Ⅱの飼育水の水質

3区とも餌料からの溶出成分量は比較的少なかったものと思われる。

要　　約

マダイ稚仔魚期における栄養要求に関する研究に必要な，栄養的完全組成基本餌料を決定するために，まず第一段階として摂餌が良好で水質を汚染しないことを目標にして試作し，その餌料により飼育を試み，つぎのような結果が得られた。

1. 試作餌料はスプレードライ方式と凍結真空乾燥の2方式により製造した。
2. これらの試作餌料はともに水質を汚染することはなかった。
3. スプレードライ方式餌料は，比重が比較的高いので沈降速度が早く，懸垂性の点では不充分であった。一方，凍結真空乾燥方式餌料はかなり満足できる状態であった。
4. 飼育試験の結果では，試作餌料をシオミズツボワムシに対比すると成長の点では，はるかに劣ったが，僅かではあるが確認することができた。生残率の点では凍結真空乾燥餌料は優れていた。

おわりに，本研究について種々御助言を賜わった九州大学米康夫助教授および，試験餌料の製

造にご協力をいただいた理研ビタミン油工業株式会社と武田薬品工業株式会社に深甚なる謝意を表す。

文　　献

1）米康夫・四反田勝・竹田達右・古市政幸・酒本秀一：マダイの栄養に関する研究，Ⅰ～Ⅵ，九州大学水産実験所報告，1：29～106 (1971)

2）伏見徹：マダイの種苗生産に関する研究—Ⅴ，稚魚飼料に添加したα澱粉の栄養価，本誌，3：(1972)

図　版 Plate V

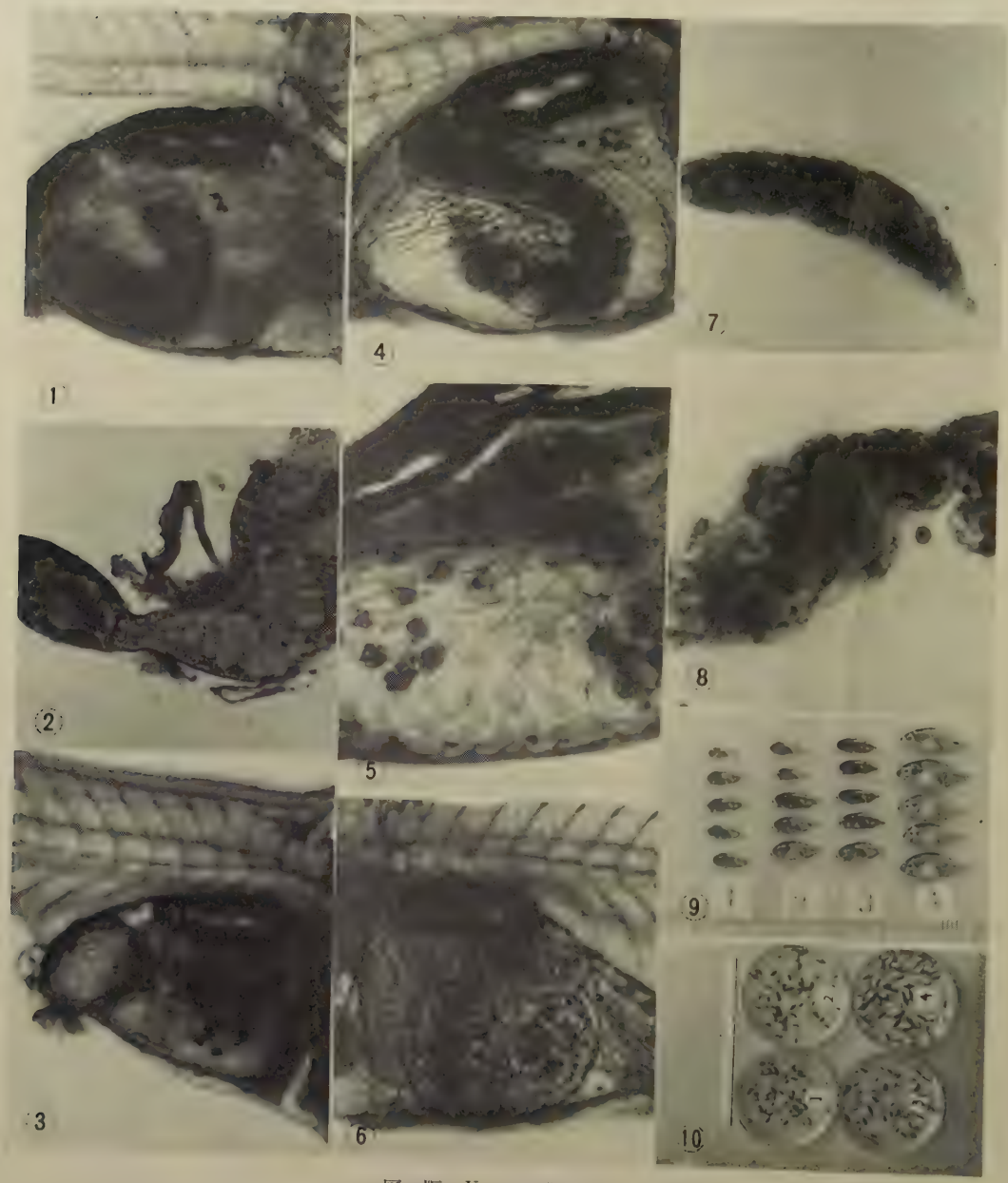


図　版　V　の　説　明

1. 実験Ⅰにおける摂取されて消化管内に充満しているA餌料
2. 実験Ⅰにおける摂取されて消化管内に充満しているA餌料を解剖取り出したもの
3. 実験Ⅰにおける摂取された消化管内のB餌料
4. 同　　上
5. 実験Ⅰにおける摂取されたシオミズツボワムシ
6. 同　　上
7. 実験ⅠにおけるA餌料の糞（軽く腹部を圧迫して排出させたもの）
8. 同　　上
9. 実験Ⅱにおける終了時の各区の供試魚
10. 同　　上

マダイの種苗生産に関する研究—V

α化澱粉を添加した生餌による幼稚魚給餌試験

伏　見　　徹

Studies on Artificial Production of Seedling in Red Sea Bream, *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL)—V.

Feeding Experiments on the Youngs Using Flesh Diet Mixed with Alpha-starch.

Toru FUSHIMI

(挿図 Text-figs. 1—6)

マダイの養殖用種苗を育成するには，ふ化後1カ月に生餌から死餌へ餌付けを行ない，それ以降は徐々に養成餌料へ切り替える。この餌付けに使用する死餌は鮮魚，雑エビに小麦活性グルテン，又は澱粉などを添加し水中での溶解を少なくする。しかし，このねり餌を調餌する時は，餌料効率よりも嗜好性のみが考慮されがちで，栄養面の検討がおろそかにされる傾向がある。また幼稚魚期の餌料を栄養学的に検討した報告も少ない。

このため，まず幼稚魚の餌料中のα化澱粉の利用度を知るため，主として冷凍イカナゴ，小麦活性グルテン，α化澱粉を素材として飼育実験を行ない若干の知見を得たので報告する。

実　験　方　法

1. 供試魚と飼育槽

供試魚のふ化後日数，全長，及び体重は表1に示したが，5月6日採卵のふ化後90日経過の幼魚をⅠ群，5月23日採卵のふ化後73日の幼稚魚をⅡ群，及び6月7日採卵のふ化後58日の稚魚をⅢ群とした。そして各実験群にそれぞれ4つの餌料区を設けた。

実験に使用した飼育槽は，パンライト500ℓ容器で，これに砂沪過海水を1～2ℓ/min注入し，中心部の底からサイホンで排水した。

供試尾数は，飼育槽の容積を考慮し，大型魚のⅠ群は各区40尾（予備飼育中に2区が1尾，3区が2尾死亡したので開始時は2区39尾，3区38尾で実験を開始した。），Ⅱ，Ⅲ群は各区100尾とした。

表1　各実験群のふ化後日数と全長・体重

実験群	採卵月日	ふ化月日	試験開始 月　日	ふ化後日数	供試尾数	全　長（cm） 最小～平均～最大	体　重（g） 最小～平均～最大
Ⅰ	5.6	5.8	8.6	90	40	6.5～7.7～8.4	4.1～7.8～10.2
Ⅱ	5.23	5.25	〃	73	100	3.7～4.8～6.7	0.9～2.3～ 5.1
Ⅲ	6.7	6.9	〃	58	100	2.6～3.7～4.4	0.3～0.8～ 1.4

供試魚の実験までの餌料は，冷凍イカナゴ55％（原料重量比，以下同様），アカエビ35％，小麦活性グルテン５％，ニジマス養成用粉末餌料５％，ビタミン混合外割２％をねり餌に調餌したもので，これを１日３回給餌した。

2. 供試餌料

実験直前に購入し，凍結室に保存した冷凍イカナゴ，小麦活性グルテン*α化馬鈴薯澱粉**，及びハルバー処方のビタミン混合*** を実験に使用した。これら原料の化学分析値は，ハマチ餌料試験で[1]実施した表２の分析結果を用いた。

表2 試験餌料の原料と化学組成

原料	粗蛋白質（％）	粗脂肪（％）	灰分（％）	炭水化物（％）	水分（％）
小麦活性グルテン	81.2	8.1	0.8	7.1	7.0
α化澱粉	—	—	—	99.6	6.8
冷凍イカナゴ	64.8	20.6	14.2	—	75.3

3. 餌料組成

各区の餌料組成は，冷凍イカナゴと小麦活性グルテンの混合ねり餌へα化澱粉を混合比を変えて添加し，４つの餌料区を設定した。１区はα化澱粉無添加，２区は20％，３区は40％，４区は60％とした。

なお，各区餌料ともハルバー処方のビタミン混合を外割で２％添加した。

表3 各餌料区の原料組成

餌料区		冷凍イカナゴ	小麦活性グルテン	α化澱粉	添加水	混合ビタミン	合計
1	原料重量(g)	294.2	29.4	0	0	2.0 外 2.0	325.6
	無水換算(％)	72.7	27.3				
2	原料重量(g)	239.4	23.9	20.0	40.3	2.0 外 2.0	325.6
	無水換算(％)	59.1	22.2	18.7			
3	原料重量(g)	184.5	18.5	40.0	80.6	2.0 外 2.0	325.6
	無水換算(％)	45.5	17.2	37.3			
4	原料重量(g)	129.7	13.0	60.0	120.9	2.0 外 2.0	325.6
	無水換算(％)	32.0	12.1	55.9			

表4 各餌料区の化学組成

餌料区	粗蛋白質（％）	粗脂肪（％）	灰分（％）	炭水化物（％）	水分（％）
1	69.3	17.2	10.5	1.9	69.1
2	56.3	14.0	8.6	20.0	69.1
3	43.5	10.8	6.6	38.4	69.1
4	30.5	7.6	4.6	56.5	69.1

餌の硬軟差による摂餌，及び消化の差が生じることも考えられたので，この点を配慮して，１区の餌料中の水分含量69.1％（表２の化学分析値からの計算値）を基準とし，各区の餌料に水を加え，ねり餌の水分含量を一定にした。各餌料区の餌料原料の配合割合を表

* 江崎グリコ栄食株式会社製　A—グルP
** 松谷化学工業株式会社製，食用品マツノリン
*** 日本配合飼料株式会社製

3に，また表2の化学分析値からの化学組成を表4に示した。

1区は粗蛋白69.3%，炭水化物1.9%，2区は粗蛋白56.3%，炭水化物20.0%，3区は粗蛋白43.5%，炭水化物38.4%，4区は粗蛋白30.5%，炭水化物56.5%，とα化澱粉の添加により蛋白量を69.3%～30.5%，炭水化物1.9%～56.5%と段階的に増減した餌料区である。

4. 調餌と給餌

餌料区ごとに供試魚が1日に摂餌する量以上を毎朝調餌し，9，11，15時の3回に分け少量ずつ時間をかけて全魚が飽食するまで給餌し，その残量を夕方計量し1日の給餌量をもとめた。

5. 測　　定

試験区ごとに開始時，中間測定時，及び終了時に全数の総重量を測定し，さらに25尾を無作為に抽出して全長，体重を測定した。

飼育中の死魚は摘出時に体重を記録した。また，水温は自記録水温計で測定した。

結果と考察

試験開始時，中間測定時，及び最終取揚時の測定結果を表5に，各供試群の各餌料区の摂餌量，及び減耗魚の測定値から成長倍率，成肉係数，餌料の蛋白効率，日摂餌率，及び日成長率を計算して表6に示した。

また，期間中の9時の水温を図1に示した。

表5　各実験群の餌料区ごとの魚体測定結果

実験群	餌料区	測定時											
		試験開始時				中間測定時				試験終了時			
		総重量(g)	尾数	平均体重(g)	平均全長(cm)	総重量(g)	尾数	平均体重(g)	平均全長(cm)	総重量(g)	尾数	平均体重(g)	平均全長(cm)
Ⅰ	1	279	40	6.8	7.7	615	38	14.9	9.5	1,035	38	27.3	11.0
	2	310	39	8.0		635	39	16.3	9.5	1,007	39	25.8	11.0
	3	310	40	7.8		545	37	14.7	9.1	801	37	21.6	10.5
	4	300	38	7.9		435	36	12.1	8.8	594	35	17.0	9.8
Ⅱ	1	202	100	2.0	4.8	587	99	5.9	6.7	1,087	99	11.0	8.0
	2	201	100	2.0		527	100	5.3	6.8	898	100	9.0	7.8
	3	201	100	2.0		465	100	4.7	6.3	713	100	7.1	7.4
	4	195	100	2.0		362	99	3.7	6.0	515	99	5.2	6.7
Ⅲ	1	95	100	1.0	3.7	273	100	2.7	5.6	559	96	5.8	6.7
	2	82	100	0.8		228	98	2.3	4.9	441	96	4.6	6.2
	3	83	100	0.8		198	98	2.0	4.7	306	94	3.3	5.4
	4	86	100	0.9		159	100	1.6	4.2	217	96	2.3	4.9

1. 成　　長

各実験群の各餌料区の平均体重の推移を図2に示した。

Ⅰ群の開始時の平均体重は，1区 6.8g，2区 8.0g，3区 7.8g，及び4区 7.9g であったが，試験終了時に1区 27.3g，2区 25.8g，3区 21.6g，4区 17.0g に成長した。これを成長率で表わすと図3となり，1区は4.01倍，2区3.23倍，3区2.77倍，及び4区2.15倍である。

Ⅱ群は各区とも試験開始時の 2.0g が，試験終了時には，1区 11.0g，2区 9.0g，3区 7.1g，

表6　各実験群の餌料区ごとの魚体測定結果

飼育期間	実験群	餌料区	調査項目 減耗魚 尾数	減耗魚 重量(g)	歩留(%)	増重量*1(g)	給餌無水量(g)	蛋白量(g)	成長倍率*2	成肉係数*3	蛋白効率*4(%)	日摂餌率*5(%/日)	日増重率*6(%/日)
8月6日〜9月5日	Ⅰ	1	2	13.6	95.0	770	693.5	480.6	4.01	0.91	160	3.48	3.87
		2	0	0	100.0	697	753.8	424.4	3.23	1.08	164	3.82	3.53
		3	3	22.7	92.5	507	704.9	306.6	2.77	1.39	165	4.15	2.98
		4	3	37.7	92.2	332	667.5	203.6	2.15	2.01	163	4.78	2.38
〃	Ⅱ	1	1	2.0	99.0	887	631.9	437.9	5.50	0.72	203	3.26	4.58
		2	0	0	100.0	697	592.8	333.7	4.50	0.85	269	3.59	4.23
		3	0	0	100.0	512	549.8	239.1	3.55	1.07	214	4.01	3.73
		4	1	2.8	99.0	323	506.9	154.6	2.60	1.57	209	5.09	3.02
〃	Ⅲ	1	4	9.2	96.0	472	322.1	223.2	6.10	0.69	212	3.23	4.74
		2	4	3.8	96.0	362	304.1	171.2	5.60	0.84	211	3.84	4.58
		3	6	7.6	94.0	230	282.6	122.9	3.97	1.23	206	4.75	3.86
		4	4	4.1	96.0	134	282.6	86.2	2.67	2.11	186	6.13	2.90

*1　増重量＝(終了時取場総重量＋減耗魚重量)－(開始時総重量)

*2　成長倍率＝終了時平均体重 / 開始時平均体重

*3　成肉係数＝給餌量 / 増重量

*4　蛋白効率＝増重量 / 蛋白量 ×100

*5　日摂餌率＝給餌量 / 飼育日数×(開始時総重量＋終了時総重量)/2 ×100

*6　日増重率＝増重量 / 飼育日数×(開始時総重量＋終了時総重量)/2 ×100

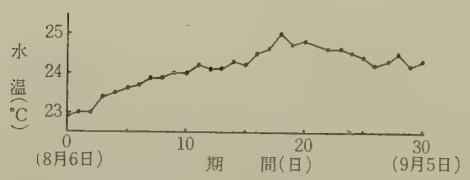


図1　飼育水温

及び4区5.2gに成長した。この成長率は，図3のように1区5.5倍，2区4.5倍，3区3.6倍，及び4区2.6倍であった。

Ⅲ群は各区とも験開始時に1.0〜0.8gの体重が試験終了時には，1区5.8g，2区4.6g，3区3.3g，及び4区2.3gに成長した。その成長率は1区6.1倍，2区5.6倍，3区4.0倍，及び4区2.7倍に成長した。

以上の成長は，各供試群とも蛋白量の多い1区の成長がよく，炭水化物量が多くなるに従って成長が劣る。

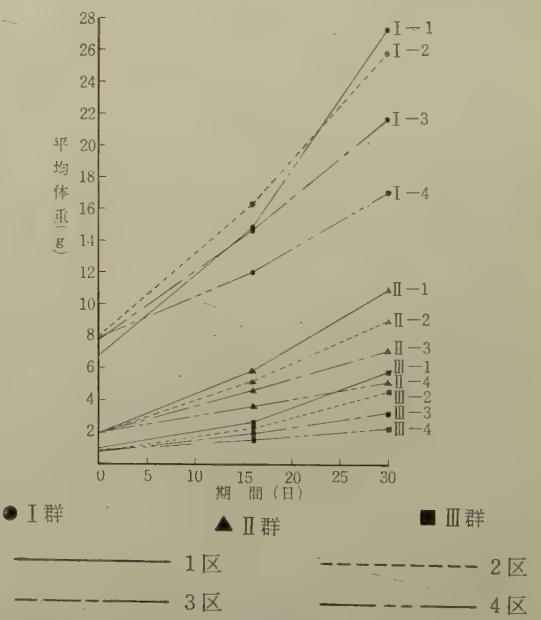


図2　各実験群の餌料区ごとの成長

さらに，同一餌料での供試魚の成長の異なるⅠ，Ⅱ，及びⅢ群についてその成長率をみると，成長段階の進んだ群ほど成長率が劣るという結果が得られている。例えば，蛋白量69.3%の餌料1区ではⅠ群の成長率4.0倍，Ⅱ群5.5倍，Ⅲ群6.1倍であり，また蛋白量30.5%の餌料4区でも，

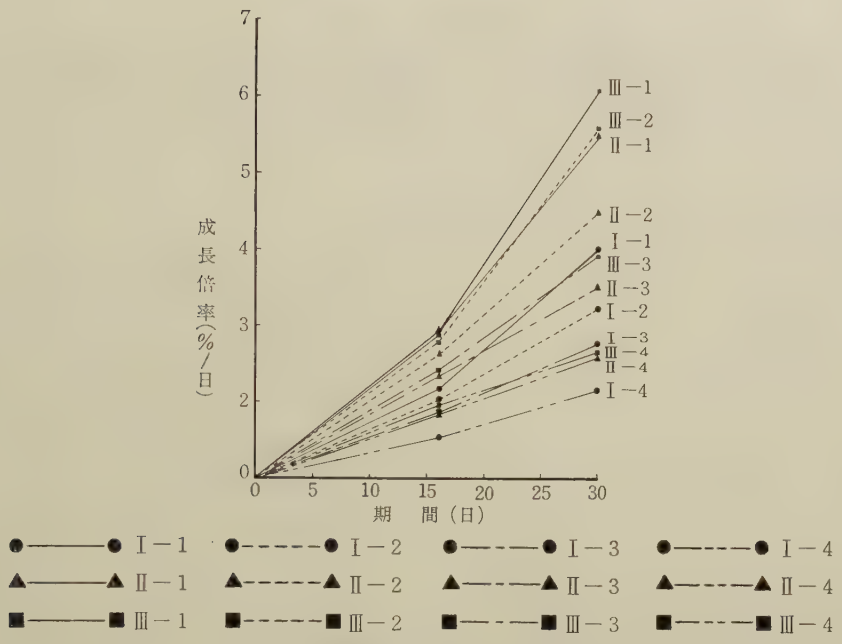


図3　各実験群の餌料区ごとの成長倍率

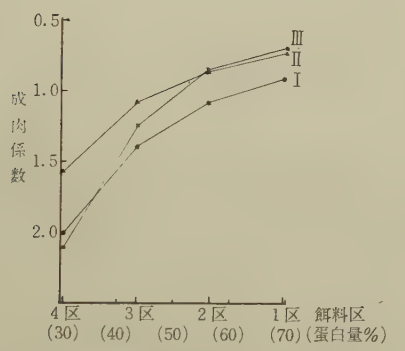


図4　各実験群の餌料区ごとの成肉係数

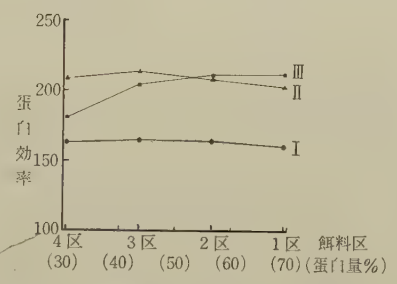


図5　各実験群の餌料区ごとの蛋白効率

Ⅰ群2.15倍，Ⅱ群2.60倍，Ⅲ群2.67倍である。この成長段階差による成長率の差は，成長段階の低い魚ほど成長率が高いことを示していると思われる。

2．餌料効率

各実験群の成肉係数を餌料区ごとに求め図4に，さらに，蛋白効率について図5に示した。

成肉係数については，蛋白量の多い餌料区ほど各群とも高く，蛋白量の減少につれて低下することが明瞭である。

また，蛋白効率については，各群とも餌料区による差はほとんどなく，Ⅰ群は160～165%の間に，Ⅱ群は203～214%の間に，Ⅲ群は4区をのぞき206～211%の間と僅少差である。このように実験魚群では餌の蛋白量の差にかかわらず蛋白効率がほぼ一定値であることは，餌料に混合添加したα化澱粉が餌料として有効に利用されず蛋白のみ利用されていることを示し，さらに幼稚魚期では成長段階の差なくα化澱粉は利用されないことを示している。このことは，古市[2]が本実験の供試魚より大きい39 g の幼魚を用いて行なった各種炭水化物の栄養試験でα化澱粉の利用効

率が悪いことを指摘していることと一致する。

なお，Ⅰ群の蛋白効率，及び成肉係数がⅡ，Ⅲ群に比較し劣っていることは，この魚群は摂餌行動が活発なため餌に同時に多数の魚が群り餌の散逸が多く，流失による損失結果が関係していると思われる。

3. 日摂餌率と日増重率

各群の各餌料区の日摂餌率と日増重率を図6に示した。

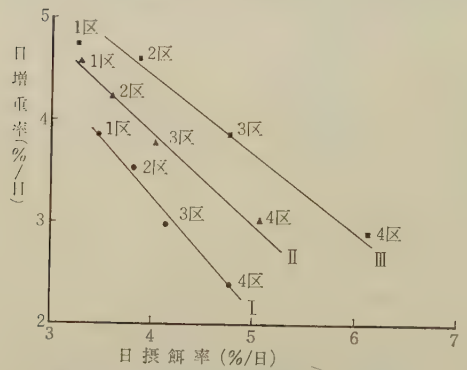


図6 各実験群の日増重率と日摂餌率

各群とも餌料中の蛋白量の減少と炭水化物の増加につれて，日摂餌率は高くなっているが，日増重率は低下している。Ⅰ群については，1区の日摂餌率3.48%／日，日増重率3.87%／日，2区3.82%／日と3.53%／日，3区4.15%／日と2.98%／日，4区4.78%／日と2.38%。Ⅱ群については，1区の日摂餌率3.26%／日，日増重率4.58%／日，2区3.59%／日と4.23%／日，2区3.59%／日と4.23%／日，3区4.01%／日と3.73%／日，4区5.09%／日と3.02%／日である。Ⅲ群については，1区の日摂餌率3.23%／日と日増重率4.74%／日，2区3.84%／日と4.58%／日，3区4.75%／日と3.86%／日，4区6.13%と2.90%／日である。このように餌料中の蛋白量の低下につれて日摂餌率が増加することは，餌料中のα化澱粉が有効に利用されないことにより発生するカロリー不足を補うために摂餌量を増し必要カロリーを補う生理的要求とも解される。

4. 生　残

実験期間の減耗を表6に示したが，餌料区ごとに3つの実験群を合計すると，1区7尾，2区4尾，3区9尾，4区8尾となり，餌料中の澱粉量と減耗率との間には相関は認められない。このことは，ハマチにみられる餌料中の澱粉に起因する斃死などの障害はマダイ幼稚魚には認められないことを示していると思われる。

要　約

3段階の成長サイズのマダイ幼稚魚にα化澱粉の添加量を変えたねり餌を給餌して飼育実験を行ないつぎの結果を得た。

1. 幼稚魚の成長段階の差なく蛋白量が多く，炭水化物量が少ない餌料区ほど成長，成肉係数ともよい。
2. 蛋白効率は餌料の蛋白含量に関係なく一定である。このことは，マダイ幼稚魚が少なくとも本実験の供試魚の範囲では，餌料中のα化澱粉を利用する能力がなく，主として蛋白を利用して成長していることを示すものと思われた。
3. 餌料中のα化澱粉に起因する斃死は認められなかった。
4. 炭水化物含量の多い栄養価の低い餌料を与えると日摂餌率が増加し，不足カロリーを摂餌量の増で補う傾向が認められた。

文　　献

1）佐藤正明・川西正衛・北島　力・大内　晟：配合飼料によるハマチ養成試験Ⅱ，広島水試研報，26(1)：1～9 (1965).

2）古市政幸・米　康夫：マダイの栄養に関する研究—Ⅳ．各種炭水化物の栄養価，Rep. Fish. Lab., Kyushu Univ., I: 62～75 (1971)

マダイの種苗生産に関する研究—VI

Tigriopus と *Artemia* の併用による稚魚の給餌試験

伏　見　　徹

Studies on Artificial Production of Seedling in Red Sea Bream, *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL)–VI. Feeding Experiments on the Juveniles Using Mixed Cultures of *Tigriopus* and *Artemia*.

Toru FUSHIMI

(挿図 Text-figs. 1—4)

マダイの幼稚魚を大量に生産するには，シオミズツボワムシの給餌以降生物餌料の大量の計画的な供給が必要である。この生物餌料入手の一方法として，培養餌料で有効性が確認されてはいるが[1)2)]，大量培養ができない *Tigriopus japonicus* と，市販生物餌料で大量確保はできるが，餌料効果に問題（単独給餌すると稚魚が10日目頃から大量に死亡する[1)3)4)5)]。）がある，*Artemia salina* とを併用し，両者の欠点を補うことが可能であるか否かを検討したので報告する。

実　験　方　法

1. 試験区と給餌

Artemia salina（以下ブラインとする。）と *Tigriopus japonicus*（以下チグリオパスとする。）の1日の給餌量の割合を湿重量で3：0，2：1，1：2，及び0：3とする4試験区を設定した。

飼育水槽は 500 ℓ パンライトとし，これを当場アクアトロン室に置き，その側面を黒色ビニールフィルムで覆い斜光を遮り，水面上 40 cm から 100 W 白熱電球で6時から21時まで照明した。注水は砂濾過海水，及び急速珪砂濾過の海水を無加温のまま毎分 3 ℓ 行なった。排水は餌料が通過しない目合（中野篩絹KK製サンライン 0.28×0.30 mm 目）のネットを使用し排水口を覆いサイホン方式により行なった。

給餌は表1に示した量を毎日朝1回行なった。この量は，飼育水槽内の夕方の残餌状態から決定したもので，翌朝まで餌が残らない量を目安とした。

2. 供　試　餌　料

チグリオパス——1970年4月，11 m×4.5 m 水深2.2～1.5 m のコンクリート水槽へ海水を貯水し，硫安 15 kg，過燐酸石灰 3 kg，クレワット32を 60 g 施肥し，少量のチグリオパスを移殖して培養した。

ブライン——1969年5月購入の Brine Shrimp Sales 社の San Francisco Brand を使用し，25～30°C で24時間強制通気によりふ化したノープリウス幼生を用いた。

* 本研究の経費は浅海域における増養殖漁場の総合的研究（別枠研究）費による。

表 1　試験区と給餌量

期間	餌料	試験区 1	2	3	4
		ブライン単独	チグリオパス1：ブライン2	チグリオパス2：ブライン1	チグリオパス単独
7月4日	チグリオパス（g）	0	1	2	3
～	ブライン（g）	3	2	1	0
7月6日	計（g）	3	3	3	3
7月7日	チグリオパス（g）	0	1.5	3	4.5
～	ブライン（g）	4.5	3	1.5	0
7月12日	計（g）	4.5	4.5	4.5	4.5
7月13日	チグリオパス（g）	0	2	4	6
～	ブライン（g）	6	4	2	0
7月15日	計（g）	6	6	6	6

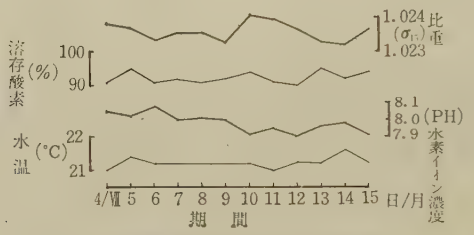


図1　試験期間の水質（15時観測）

3. 供試魚と試験期間

1970年6月5日，当県倉橋町須川沖で釣獲したマダイから採卵し，ふ化後28日の平均全長11.0 mm の稚魚を各区500尾ずつ7月4日から7月15日の12日間試験に供した。（但し，表2に示した供試数は，7月3日の計数時から翌日までに死亡した尾数を差引いた尾数である。）その間の飼育水の水温，PH，溶存酸素量，及び海水比重を朝9時に測定し図1に示した。なお，溶存酸素量は Beckman Oxygen Analyzer 777 型を用い飽和度を測定した。

4. 測　　定

試験開始時に供試魚と同一飼育群から20尾と，終了時各区から20尾を万能投影機により5倍に拡大して全長を測定した。中間の7月8日と7月13日の2回，各区10尾を13時に抽出しその消化管内に捕食された餌料の個体数を実体顕微鏡下で計数した。試験期間中の毎夕，飼育槽の底をサインで掃除し，その中の死魚数を記録した。

結　果　と　考　察

1. 成長と生残

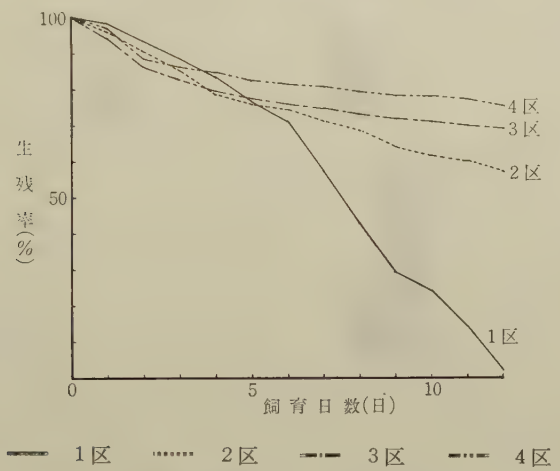
各区の飼育結果を表2に示し，毎日の死魚数と終了時の生残尾数から生残曲線を求め図2とした。

また，試験開始時，及び終了時の各区の全長分布を図3とした。

表 2　各区の成長と生残率

試験区	開始時 7月4日 尾数	開始時 7月4日 全長(mm)	終了時 7月15日 尾数	終了時 7月15日 全長(mm)	減耗魚 測定	減耗魚 死魚	減耗魚 不明	* 生残率(%)
1	500	11.0	12	16.0	20	413	55	2.5
2	485	〃	269	16.2	20	136	60	57.8
3	492	〃	327	14.8	20	82	63	69.3
4	489	〃	356	14.1	20	78	35	75.9

* 生残率 $= \frac{\text{終了時尾数}}{\text{開始時尾数} - \text{測定数}} \times 100$



1区　2区　3区　4区

図2　試験区ごとの生残曲線

ブライン単独給餌区の1区は，既報[1)3)4)]同様に給餌開始6日後から大量のへい死が続き，終了時には生残率2.5%まで減少した。しかし，生残魚及び試験期間中の死魚は，他区に比べ成長の点ですぐれていた。このことは，ブラインは成長面の餌料効果がある特質をもっていることを示している。

ブラインとチグリオパスを2：1に併用した2区は，ブライン単独区のように急激な減耗はみられないが，他の3，4区よりも減耗率がやや上廻った。このことは，ブラインとチグリオパスを2：1に混合併用した場合，ブラインのもつ致死要因がまだ残存していることを示していると思われる。成長は図3のとおり小型魚が少なく他区より成長がよく，ブラインの成長面の餌料特質が現われていると云える。

ブラインとチグリオパスを1：2に混合併用した3区は，成長，生残率，及び全長分布がともにチグリオパス単独給餌の4区とほぼ同等の結果が得られた。このことは，ブラインにチグリオパスを多く混用することにより，ブラインからの稚魚の致死要因を消去できたことを意味すると思われる。

2．餌料の捕食状態

試験開始後4日と9日の2回，消化管内容物の捕食餌料を計数調査しその結果を図4に示した。

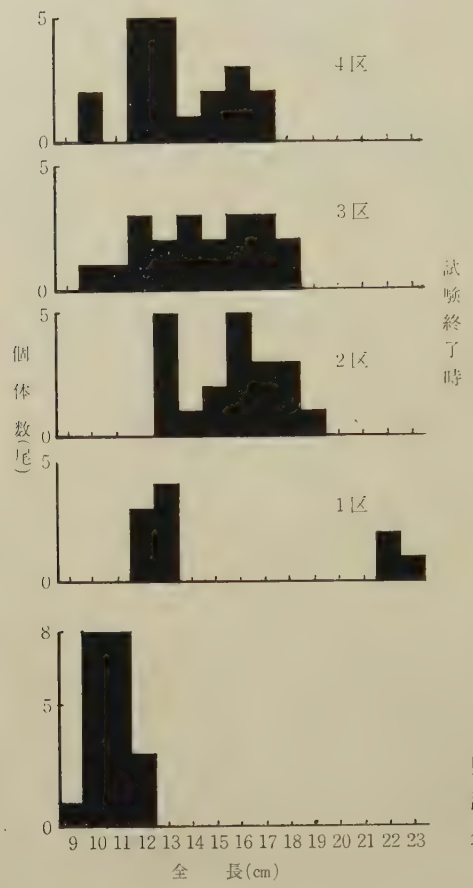


図3
試験開始時，終了時の各区の全長分布

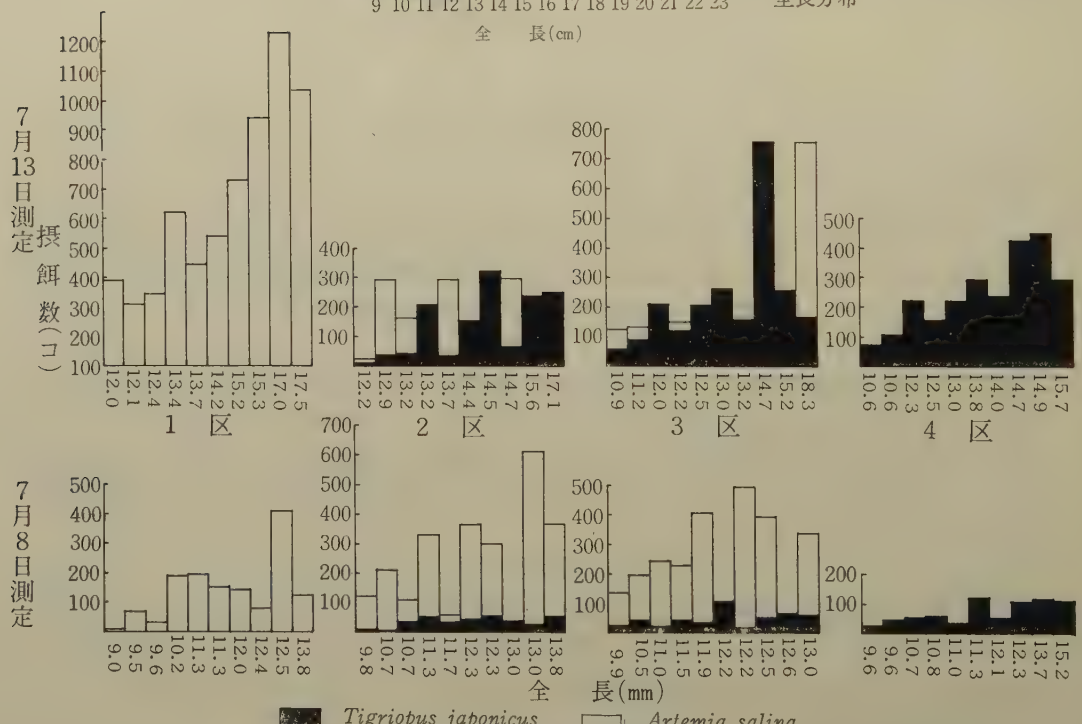


図4　消化管内の摂餌個体数

4日後の調査でブライン数は，稚魚の大きい個体ほど多い。各区の平均捕食数は1区153個，2区214個，3区213個で，チグリオパス・ブライン混合併用区間に差がない。チグリオパス平均捕食数は，2区34個，3区47個，4区76個のとおり，混合併用区間では，チグリオパスの混合率の高い方に多く捕食されていた。

9日後のブラインの捕食数は，1区が559個と非常に増加しているに反し，2区98個，3区72個と減少している。チグリオパスでは2区144個，3区232個とその捕食数が増加している。

ブラインとチグリオパス混合併用区の2，3区で，ブラインのみを単一に摂餌している個体がなかったことは，ブラインとチグリオパスを混用してもブラインのみを選択的に摂餌して，ブライン単一給餌と同一結果となり稚魚が死亡するという懸念の払しょくの妥当性を現わしていると思われる。

9日後の2，3区でチグリオパスの単一摂餌個体が4日目の調査より増加して，2区で5個体，3区で6個体いたことは，水槽壁，排水管壁にほふく行動するチグリオパスがこの成長過程の稚魚の摂餌習性に経日的に適合性を増大するように思われる。このため，試験開始9日目頃の平均全長13mm以降の大きさの稚魚にチグリオパスの混合率を高くするほど併用したブラインの捕食率の低下を招き，混合の意味を失なうおそれも予想される。

3. ブライン単一給餌による致死要因

飼育結果にみられるとおり，ブラインの単独給餌区では，成長しながら6日以降から急激な死亡がおこり，ほぼ全滅の現象が見られた。この稚魚の死亡原因について，ブラインの過食による糞づまり，消化不良による衰弱死などの推論もあるが，しかし，我々の既応の実験[4]では，ブラインの給餌量に関係なく大量死の発生を認めているので，過食による糞づまりが死亡原因とするには疑問が残る。また，ブライン消化不良因説についても，他の餌料区よりもすぐれた成長を示していることから肯定できない。

COSTLOW, Jr.[6] はカニの幼生にブラインを与え死亡率，奇形発生率が高いことを認め，これはブラインの産地のDDT汚染に起因するとしている。マダイ稚魚の死亡原因についても同様にDDT，BHCなど農薬汚染についての今後の検討の必要があると思われる。

要　　約

マダイ稚魚飼育餌料の大量入手を容易にするため，*Tigriopus japonicus* と *Artemia salina* の併用を検討した12日間の飼育実験の結果：—

1. 8～13 mm 稚魚は *Artemia salina* のみを選択摂餌することなく，*Artemia salina* の単独給餌で起る死亡が著るしく軽減できた。
2. その混合割合は *Tigriopus japonicus* : *Artemia salina* 2:1では十分で1：2では対照区の *Tigriopus japonicus* のみの75.9%の生残率より劣り57.8%であった。しかし，*Artemia salina* 単独区の生残率2.5%より非常に良く，生残率の向上には有効であった。
3. 稚魚の飼育経過とともに *Tigriopus japonicus* と *Artemia salina* の併用区で，*Tigriopus japonicus* のみを選択摂餌する傾向が生じ，の混合効果が低下すると思われた。
4. *Artemia salina* 単独給餌にみられる稚魚の死亡原因について *Artemia salina* の産地のDDTなど農薬の汚染の慮れを指摘した。

文　　献

1）伏見　徹・橋本俊将：マダイの種苗生産に関する研究—Ⅳ．*Tigriopus japonicus* 及び *Moina macrocopa*

の餌料効果，広水試研報，２：９～14（1969）．
２）宇都宮正・立石　健・高見東洋：マダイ・クロダイ・ウマヅラハギの種苗生産技術研究，昭和42年度指定試験研究報告書，山口内海水試，（1968）．
３）伏見　徹：マダイの種苗生産に関する研究—Ⅱ．２，３の餌料が稚魚の生残と成長に及ぼす影響，広水試研報，１：49～54（1968）．
４）広島水試：マダイ種苗生産研究報告（昭和42～44年３カ年分総括），南西水研ブロック会議魚類種苗生産研究会資料（プリント），17～18（1969）．
５）宇都宮正・立石　健・山本　翠：クロダイ・マダイ・ウマヅラハギの種苗生産技術研究，昭和41年度指定試験研究報告書，山口内海水試（1967）．
６）菊地泰二：国際シンポジウムの記録，海産物の培養とその海洋生物学にとっての重要性に関するシンポジウム，ベントス研究会連絡誌，２：18～19（1971）．

種苗生産過程におけるマダイ仔魚期の摂餌選択について（予報）

増村　和彦・伏見　徹

Some Notes on Food Preference in Larval Stages of Cultured Red Sea Bream, *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL)

(Preliminary report)

Kazuhiko MASUMURA and Toru FUSHIMI

(挿図 Text-figs. 1—4)

現在マダイの種苗生産過程における仔魚期の餌料として，二枚貝の幼生，シオミズツボワムシ，ブラインシュリンプ幼生，橈脚類等を，それぞれ仔魚の成長段階に応じて，オーバーラップさせながら投餌し，かなりの成果をあげている。しかしながら，その飼育過程における摂餌生態に関する基礎的知見は，ほとんど得られていない。1971年，当場では，マダイ仔魚の成長にともなう餌料生物摂取の割合の変化を，仔魚の消化管内内容物の数量的変化から調べ，従来の飼育方法を裏づけ，あるいは再検討すべき若干の知見を得たので報告する。

方　　法

1．供　試　魚

1971年5月17日，当場内円形コンクリート水槽中で，養成した4才魚による自然産卵の受精卵をふ化槽中に収容し，5月20日にふ化した仔魚を使用した。

2．飼育方法および飼育条件

当場内アクアトロン実験室で，500ℓ 容パンライト水槽2個をA，B 2区に分けて飼育した。仔魚および餌料生物を，できるだけ均一分布させるため，水槽の側面を黒色ビニールフィルムで被い，水面中央部より約30cmの高さの位置に100W電球1個を点灯した。照度は直下水面で5,000 Lux，水槽の端で1,000 Luxであった。ふ化後4日目までは止水飼育し，5日目から砂沪過海水を少量ずつ注水し始め，日数の経過とともに徐々に増量したが，毎朝の水槽中の溶存酸素量の測定値が著しく低い際は特に増量するようにした。注水開始と同時にエアレーションを弱く行なった。飼育期間中の通常の管理は，水質悪化を防ぐため，毎朝水槽底の残餌，仔魚の死骸，排泄物および付着藻類などの沈澱物をサイホンで掃除した。試験期間中は毎朝9時に水質測定を行ない，その結果を表1に示した。

3．試　験　方　法

5月20日に，ふ化直後の仔魚を飼育水槽中に収容した。その時の供試魚の平均全長は，A区2.7 mm，B区 2.6 mm であった。ふ化後2日目より投餌を開始した。投餌した餌料生物の種類，投餌量，および投餌期間は表2のとおりである。各餌料生物は，明らかにまだ仔魚が摂餌するに

表1　試験期間中の水質

測定項目 / 試験区	水温（°C）	酸素飽和度(%)	pH	比重（σ15）	備考
A	20.2～24.0	70～92	7.89～8.20	23.5～25.9	B区において O_2 飽和度58%が1度だけ測定されたが，直ちに注水量を増したため生理的には大きな影響はでなかった。
B	19.2～23.7	58～94	7.99～8.20	23.5～25.9	

は不可能であると思われる時から投餌を開始し，消化管内にその餌料生物がほとんど認められなくなる時期まで投餌し続けた。ただしシオミズツボワムシ（以下ワムシと云う。）については，すでに仔魚がブラインシュリンプ幼生を摂餌できると思われる大きさに成長しているにもかかわらず，いつまでも摂餌し続けるという傾向がみられた。それで，A区においてワムシの投餌を6月7日（ふ化後18日目）で中止した。投餌は毎日9時と13時に行なった。投餌量は，毎日9時の投餌開始までに飼育水槽を観察し，前日投餌した餌料生物の残量によって表2に示す範囲内で加減し，飼育水槽内にはほぼ一定の割合を保ち餌料生物が存在するようにした。

5月23日より6月13日まで毎日午後の投餌後充分に飽食していると考えられる2時間を経た15時に，A，B両区20尾ずつ仔魚をサンプリングして，全長を測定した後，実体顕微鏡下で解剖し，各個体の消化管内の餌料生物の数量を調べた。

表2　各餌料生物の投餌量および投餌期間

試験区	Oyster larva カキ幼生		Rotifer シオミズツボワムシ		*Artemia* ブラインシュリンプ		*Tigriopus* チグリオパス	
	投餌期間（ふ化後日数）	飼育水 1ℓ 当り投餌量 Nos./日	投餌期間（ふ化後日数）	飼育水 1ℓ 当り投餌量 Nos./日	投餌期間（ふ化後日数）	飼育水 1ℓ 当り投餌量 Nos./日	投餌期間（ふ化後日数）	飼育水 1ℓ 当り投餌量 Nos./日
A	2日～11日	5,000～10,000	4日～18日	3,000～10,000	8日～24日	500～1,000	12日～24日	100～160
B	同上	同上	4日～24日	同上	同上	同上	同上	同上

結果および考察

1. 供試魚の成長および生残

試験期間中の供試魚の成長は図1に示すとおりA，B両区間に成長の差は認められない。

試験開始時に，供試魚のサンプリングを行ない，魚体の形状に異常が認められる個体（以下奇形魚と呼ぶ）と，見かけ上正常と思われる個体との比を奇形率とした。奇形魚は，ふ化直後に続く短期間のうちに死亡してしまう傾向があるので，試験開始前に既に死亡が決定しているものとして取り扱いをすることとし，供試魚の生残率の算出時には，これを除去するため，実放養尾数から実放養尾数に奇形率を掛けたものを差し引いた尾数を試験開始時の放養尾数とし採用した。この結果の生残率は表3に示したとおり，A区5.9%，B区5.5%で両者の差は認められない。

成長，生残とも両区に差異が認められないことから，A区においてワムシの投餌を中止したことの影響はほとんどないものと推量される。

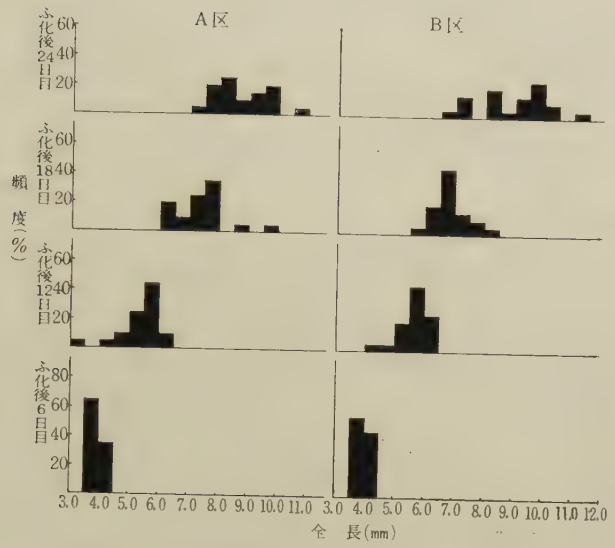


図1　試験期間中のA・B両区の成長の比較

表3　試験期間中の生残

試験区	試験開始時放養尾数(a)	フ化仔魚の奇形率%(b)	試験開始時正常個体数 (c=a−a×b/100)	Sampling した個体数 (d)	試験終了時生残個体数 (e)	生残率(%) (e/c−d)×100
A	17,000	16	14,000	500	799	5.9
B	25,000	24	19,000	500	1,014	5.5

2. 摂餌開始時期

消化管内にそれぞれの餌料生物が確認された仔魚の全長の最小値を摂餌開始時期とし，最大値を摂餌終了時期として表4に示した。

表4　各餌料生物に対する摂餌開始および終了時期　　単位；仔魚の全長 (mm)

試験区	Oyster larva カキ 幼生		Rotifer シオミズツボワムシ		*Artemia* ブラインシュリンプ		*Tigriopus* チグリオパス	
	開始時期	終了時期	開始時期	終了時期	開始時期	終了時期	開始時期	終了時期
A	3.2	5.8	3.2	10.0	4.7	—	5.5	—
B	3.2	5.9	3.3	12.0	4.4	—	5.3	—

3. 摂取された餌料生物の数量的変化

仔魚の成長段階ごとの，消化管内に摂取されている餌料生物の個体数の比率を図2に示した。また仔魚1尾当りに摂取された餌料生物個体数を図3に示した。

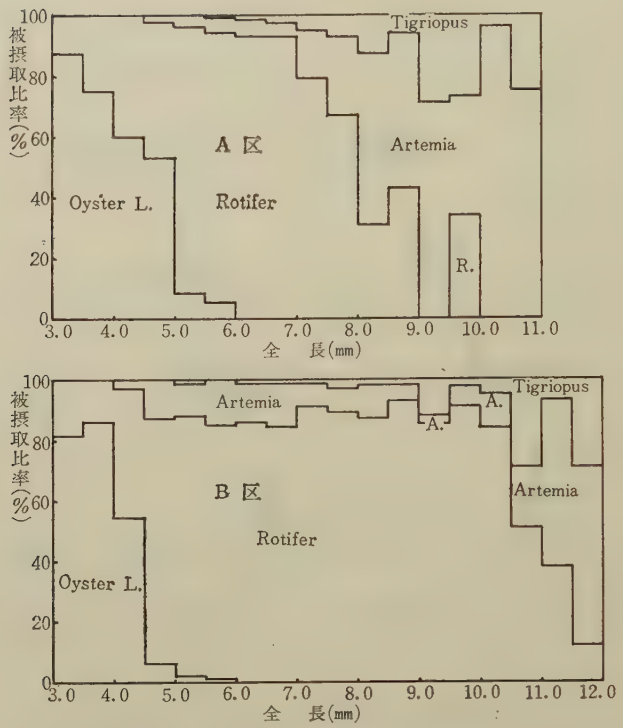


図2　餌料生物種類別被摂取比率

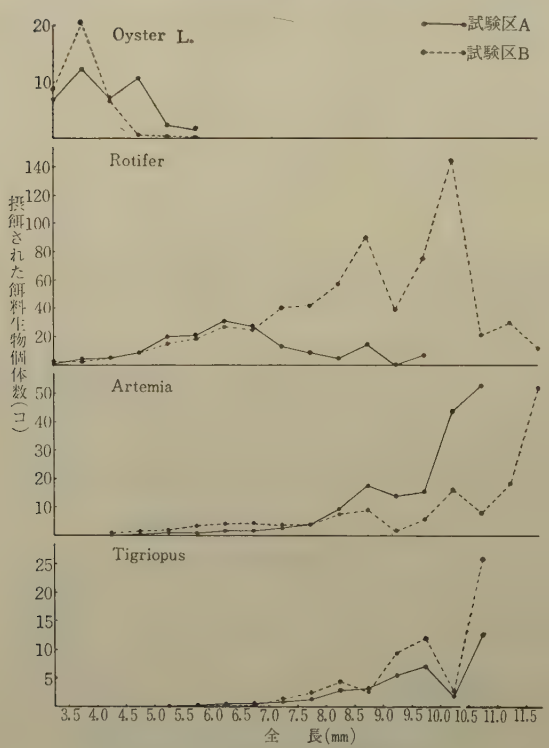


図3　仔魚1尾当り摂餌量

1）カキ幼生からワムシへの移行

摂餌開始時には，カキ幼生とワムシを共に摂餌するが摂餌内容からみると，カキ幼生を主に摂餌している個体が圧倒的に多い。しかしその後の仔魚の成長過程では，カキ幼生が充分存在しても，摂餌カキ幼生個体数は全長 3.6～4.0 mm をピークとし，その後徐々に減少傾向を示す。一方ワムシの摂餌量は，逆に徐々に増加する。この移行のパターンは，仔魚の成長過程に現われる，次の段階の餌料への選択性の増大であり，特異なものとは考えられない。

2）ワムシからブラインシュリンプ幼生への移行

ワムシの摂餌については，カキ幼生の場合のように早い時期に次の大型餌料へ移行するという現象はみられない。仔魚の全長が 10～11 mm になるまでは，ブラインシュリンプ幼生の摂餌はごくわずかでワムシが消化管内容の大半を占めている。ワムシをまだ充分に摂餌している時期でも，ワムシの投餌を中止するとブラインシュリンプ幼生へ移行する。ワムシの投餌を仔魚の平均全長 7.5 mm の時期に中止しても，継続して投餌した区との間に成長，生残に差がみられない。仔魚がこの大きさ程度に成長した以降，充分なワムシの存在する場合においてもブラインシュリンプ幼生の多量摂餌を開始する 10.5 mm 程度の時期以前までは，ワムシとブラインシュリンプ幼生の供給能力に応じて，弾力的にワムシ投餌の期間を加減してさしつかえないのではないかと思われる。従来の飼育方法では，ワムシとその次の段階の餌料をかなり長期間にわたり同時に投餌しているが，今回の試験結果から，仔魚が全長 10～11 mm に到達以前では，多量のワムシとブラインシュリンプ幼生が同時に投餌される場合，ブラインシュリンプ幼生が投餌量の割には摂餌されないという現象が起ることが予想される。

なお，今回の試験では，ブラインシュリンプ幼生からチグリオパスへの移行時期を知る結果を得ることはできなかった。

4．摂餌選択性の検討

仔魚の餌料に対する選択性を検討するにあたっては，各種餌料生物の形状，運動性，密度，分布様式，仔魚のステージ，飼育密度，空腹の程度等をはじめ，その他の一般的環境条件等，まえもって検討しておくべき問題点は非常に多い。しかしながらここでは，そのような問題点については今後解決されるべきものとしてふれず，今回得られたデータを基に若干の検討を試みた。

まず仔魚がある種の餌料に対して示す選択性を表わす指標の一つとして，仔魚の成長にともなう摂餌率の変化を$\left[\frac{\text{仔魚1尾当り平均摂餌量}}{(\text{仔魚の平均全長})^3}\right]$の式より算出し，図4に示した。

カキ幼生については全長 4 mm をこえる段階になると摂餌率が少なくなってゆく。ワムシについては摂餌を開始するごく初期の段階から，かなりの量を示す。A区で全長 7 mm 以降の減少は，ワムシの投餌の中止によるもので，投餌を継続したB区では，全長 10.5 mm 附近の段階まで，ワムシがほぼ一定の割合で摂取され，その後 10.5 mm 以降になると急激に減少する。ブラインシュリンプ幼生については，ワムシと拮抗的に増減し，チグリオパスでは，A，B両区で差異は認められない。

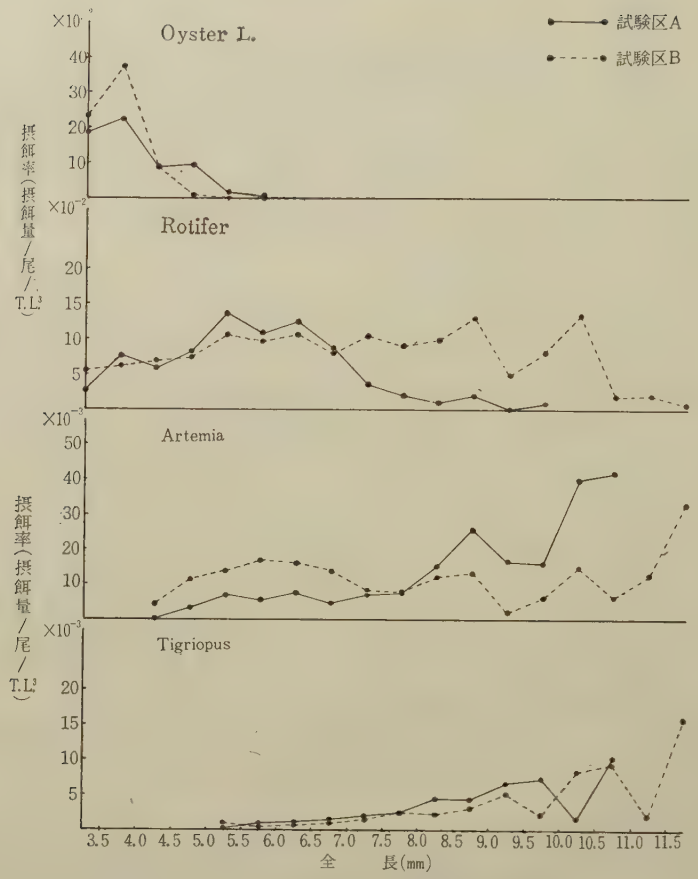


図4　仔魚の成長にともなう摂餌率の変化

要　　約

1. 種苗生産過程におけるマダイ仔魚の摂餌生態に関する基礎的な知見を得るため，カキ幼生，シオミズツボワムシ，ブラインシュリンプ幼生およびチグリオパスを餌料として，ふ化後24日間飼育し，仔魚の成長にともなう餌料生物摂取の割合の変化を調べた。
2. カキ幼生から シオミズツボワムシへの移行は，仔魚の全長 4 mm 程度のふ化後ごく早い時期に行なわれる。
3. シオミズツボワムシからブラインシュリンプ幼生への移行は，全長 10.5 mm の時期まで行なわれず，シオミズツボワムシに対してほぼ一定の摂餌率を示す。しかし 10.5 mm 以前の段階でもシオミズツボワムシの投餌を中止すると移行してゆく。仔魚の平均全長 7.5 mm の時期にシオミズツボワムシの投餌を中止した区と，継続した区との間に成長，生残の差はみられなかった。

養成マダイからの採卵に関する研究—Ⅱ

越冬期間の加温飼育の効果について

伏見　徹・増村和彦・佐藤正明

Studies on Egg-taking from Cultured Red Sea Bream, *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL)–II.
Stimulating Effects of Temperature Control of Rearing Water During the Winter by Artificial Heat on Spawing Period and Quality of Eggs of the Parent Fish.

Toru FUSHIMI, Kazuhiko MASUMURA and Tadaaki SATO

（挿図 Text-figs. 1–3）

既報[1),2),3)]で1967年から親魚養成を目的に幼魚から飼育したマダイ親魚の陸上水槽での自然産卵の期間，産卵量を調査報告した。更に当場における親魚の産卵量が鳴門水族館[4)]，九大津屋崎水産実験所[5)]の報告に比較し少量である原因が水槽への親魚の放養尾数が多すぎることにあるとし，少数の雌雄を放養すると産卵量が増加したことを報告[6)]した。

本報では，産卵期の早期化と卵質，特にふ化率の向上を目的に親魚を越冬期間中加温飼育して採卵したのでその結果を報告する。

方　法　と　結　果

1．試験区の水温

1970年12月1日から，沪過海水を加温し17°C に設定した加温水を試験区に注入した。試験区の水温の旬平均値を図1に示したが，加温Ⅰ区は加温海水約 20 ℓ/min と自然海水 5 ℓ/min を混合注入して冬期最低水温を15°Cにし，加温Ⅱ区は加温海水約 10 ℓ/min に自然海水 10 ℓ/min を混合注入して冬期最低水温 12°C にした。無加温区は自然海水のみを注入し冬期最低水温は

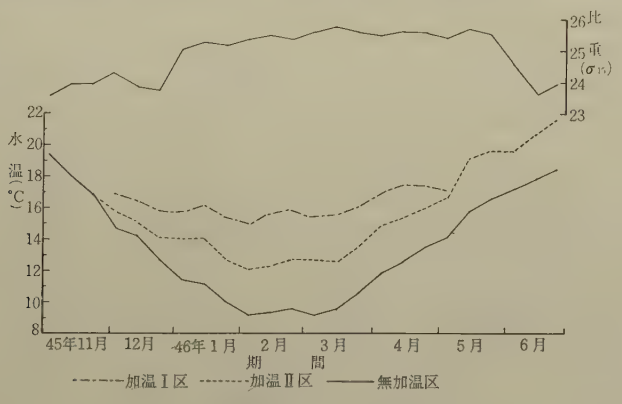


図1　試験区の水温（旬平均値）

9°Cであった。

なお，水温と同時に観測した海水比重は図1に付記したが，その値は＝1.0235以上で問題となる低比重は出現しなかった。

2. 供試魚と産卵池

1967年から当場75トン円型池で飼育した4年魚を1970年11月15日にコンクリートスレート上屋下の図2に示す水量4.8トン円型池3面に表1に示す雌3尾，雄2尾を各池に放養した。この池は池面の半分をコンクリートスレートで覆い，親魚が人影などに恐れることを避けた。また池への注水は水面に対し斜にし，池内の水が一様に緩やかな渦流を作って流れ，産卵された卵が底に停滞することのないように配慮した。

供試魚への給餌は，試験時まで冷凍アミとニジマス用配合餌料* を原料で等量ずつ混合したね

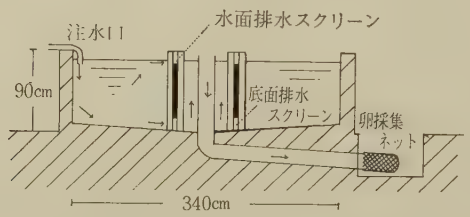


図2 試 験 池

表1 試験区の越冬前と産卵後との体重，体長，及び魚体重の増減

試験区	性別	試験開始時 体重(g)	試験開始時 体長(cm)	試験終了時 体重(g)	試験終了時 体長(cm)	総魚体重の増減(%)
加温Ⅰ	♀	1,280	35.8	1,210	34.7	
	〃	1,670	37.1	1,990	38.9	
	〃	1,680	39.4	2,000	40.6	
	♂	1,300	35.4	1,310	35.9	＋7.3
	〃	1,440	36.0	1,400	36.3	
	平均	1,470	36.7	1,580	37.3	
加温Ⅱ	♀	1,400	34.2	1,510	39.7	
	〃	1,770	38.8	1,830	39.8	
	〃	1,860	38.8	2,190	40.9	
	♂	1,330	34.9	1,490	37.4	＋9.8
	〃	1,420	36.4	1,520	36.2	
	平均	1,560	36.6	1,710	38.8	
無加温	♀	1,510	35.7	1,070	32.5	
	〃	1,600	36.9	1,150	34.2	
	〃	1,670	38.7	1,320	34.4	
	♂	1,760	37.8	1,680	38.8	−16.4
	〃	1,900	37.5	1,840	40.4	
	平均	1,690	37.3	1,410	36.1	

* 日本配合飼料K.K.製

り餌を，試験開始からこのねり餌にハルバー処方のビタミン混合* を外割3％，ビタミンE** を外割1％添加した餌料を給餌した。加温Ⅰ・Ⅱ区は越冬期間，産卵期間を通じ朝昼の2回の給餌時にスレート覆部の外の水面で活発に摂餌した。無加温区は越冬期間中ほとんど摂餌せず，時に池底に沈んだ餌を食べた。しかし3月下旬から次第に活発に摂餌し産卵期には他の加温区と同等の摂餌状態を示した。

試験終了時の各区の魚体測定結果は表1のとおりであるが，加温Ⅰ区は試験期間中に魚体重が7.3％，加温Ⅱ区は9.8％増重したが冬期間ほとんど摂餌しなかった無加温区は16.4％減少した。

3. 産卵量と期間

摂餌時に水面に浮上する親魚の観察を続けた結果，加温Ⅱ区は4月初旬から雄親魚の体色が黒味を帯び婚姻色の出現を認めたので，産卵が近いと判断した。この時から，各区とも図2に示した試験池の排水口に採卵ネットを受け通過する産出卵の全部を採集できるようにした。この結果，加温Ⅱ区は4月16日に，無加温区は4月18日に最初の産卵を確認した。産卵確認後は，ネットを夕方に設置し翌朝取り除き採卵量を計量し，この数値に1g当り卵粒1,726を乗じ産卵量とした。このようにして得た試験区ごとの産卵数，1尾当り産卵数，及び産卵期間と水温を表2に示した。

また産卵期間中の加温Ⅱ区と無加温区の産卵量の推移を図3に示し，これに13時に測定した水温を付記した。

表2　試験区の産卵期間とその水温及び産卵量

試験区	雌尾数	産卵期間と水温	総産卵数	1尾平均の産卵数
加温Ⅰ	3	5月10まで産卵せず		
加温Ⅱ	3	4月14日～6月19日 16.2°C～21.4°C	7,549,000	2,516,000
無加温	3	4月18日～6月19日 12.3°C～17.8°C	6,690,000	2,230,000

加温Ⅱ区（冬期最低水温12°C）の産卵開始は4月14日，産卵終了は6月19日，従って産卵期間は66日間，また，この期間の水温は16.2°C～21.4°Cであった。また，産卵盛期は5月16日～6月14日の30日間で，この間の水温範囲は18.7°C～20.8°Cであった。

無加温区（冬期最低水温 9°C）の産卵期間は 4月18日～6月19日の63日間，この間の水温は12.3°C～17.8°Cであった。また産卵盛期は加温Ⅱ区とまったく同じ期間の5月16日～6月14日の30日間で，この間の水温範囲は15.6°C～17.8°Cであった。

産卵量についてみれば，加温Ⅱ区の産卵量の最大値は5月27日の 300,000粒で，無加温区は5月30日の 337,200 粒であった。1尾当りの産卵量は加温Ⅱ区の 2,516,000 粒に対し無加温区は2,230,000粒であった。

なお加温Ⅰ区は5月10まで産卵しなかったので解剖し生殖巣重量を測定した。

* 日本配合飼料K.K.処方

** ユベラフード100，エーザイK.K.製

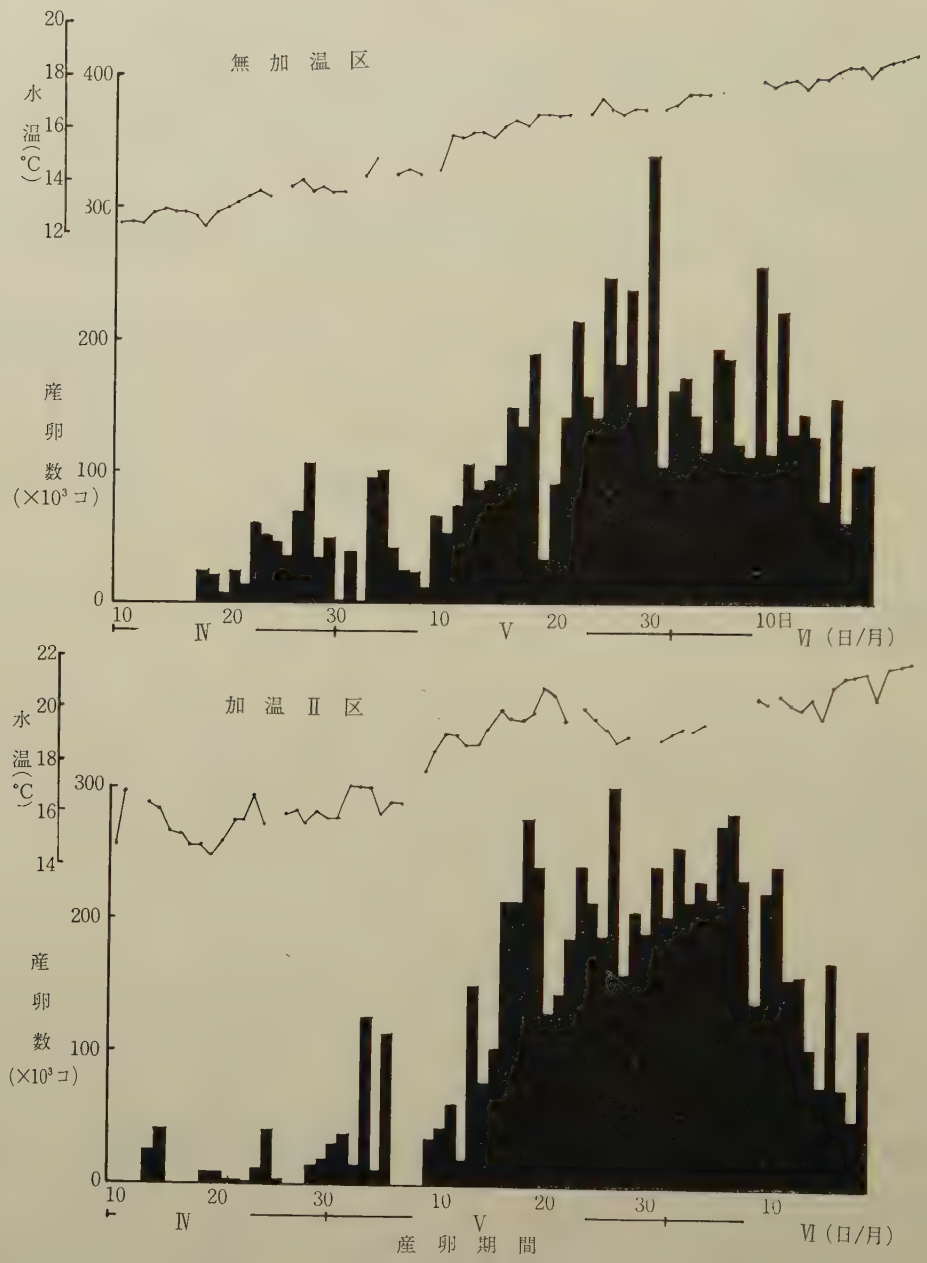


図3　産卵期間中の産卵量の推移

4. 受精率とふ化率

加温区と無加温区の卵質の差を知るため，加温Ⅱ区と無加温区の卵の受精率，不受精率，正常ふ化率，異常ふ化率，及び卵発生停止率を調査した。卵質調査期間は，両区の産卵盛期の5月23日から10日間である。卵の採集は図1に示した産卵池の先端に卵採集ネットを設置し夕方の産卵時以後，池の底の排水口から流出する沈降卵（不受精卵，受精後の卵発生停止卵が多い。）を受け，水面浮上卵（受精卵のうち正常発生卵が多い。）は水面排水口を閉じ，夕刻の産卵時から翌

朝まで池の水面に止め，その後，水面排水口を開いて短時間に排水路へ導き，正常卵が採集ネット内で受ける撹拌渦流による衝撃時間を短かくした。また，卵への排水管内での落下衝撃を少なくするため排水管をやや傾斜し，排水が飛沫を作ることなく卵が静かに排水管壁に沿って流下するように配慮した。

このようにして集めた水面浮上卵と沈降卵を集め，翌朝その一部を抽出し正常受精卵，発生停止卵，及び不受精卵を検鏡計数した。更に，正常受精卵約200粒を沪過海水を入れた3ℓビーカーに収容し，産卵3日後の朝まで室内に静置して，ふ化仔魚数，奇形ふ化仔魚と死仔魚の異常ふ化数，及び死卵を計数した。この2回の計数から不受精率，受精率，受精卵中の正常ふ化率，異常ふ化率，及び卵発生停止率を算定し表3とした。

加温Ⅱ区の受精率の最高は5月29日の99.2%，低いのは5月26日の85.8%，平均値92.6%であり通じて非常に高率であった。更に，正常ふ化率も5月27日の62.8%から5月29日の98.8%，平均83.6%と非常によかった。無加温区の受精率は5月30日の63.4%から5月25日の97.5%，平均90.2%と加温Ⅱ区とほとんど差はなかった。しかし，正常ふ化率は5月30日の29.4%，5月27日の54.1%，6月1日の53.7%と低い日が多く，平均66.8%は加温Ⅱ区に比較し16.8%低い値であ

表3　産卵盛期の卵の受精率とふ化率

試験区	加温Ⅱ区					無加温区				
調査項目 / 調査月日	受精卵 (%)	不受精卵 (%)	受精卵の内訳 正常ふ化 (%)	異常ふ化 (%)	卵発生停止 (%)	受精卵 (%)	不受精卵 (%)	受精卵の内訳 正常ふ化 (%)	異常ふ化 (%)	卵発生停止 (%)
5月23日	87.1	12.9	72.8	14.0	0.3	94.2	5.8	79.0	13.0	2.2
24	93.7	6.3	93.7	0	0	96.9	3.1	68.2	14.7	14.0
25	90.8	9.2	90.8	0	0	97.5	2.5	85.8	5.5	6.2
26	85.8	14.2	84.1	0.8	0.9	87.9	2.1	62.0	7.5	18.5
27	93.5	6.5	62.6	5.4	25.5	94.7	5.3	54.1	15.5	25.1
28	96.4	3.6	72.4	11.2	12.8	97.3	2.7	82.1	9.2	6.0
29	99.2	0.8	98.8	0	0.4	97.2	2.8	87.3	3.5	6.4
30	92.1	7.9	90.6	0.6	0.9	63.4	36.6	29.4	8.4	25.6
31	91.6	8.4	85.5	3.3	2.8	83.6	16.4	66.2	11.0	6.4
6月1日	95.7	4.3	84.4	3.2	8.1	89.1	10.9	53.7	29.5	5.9
平均	92.6	7.4	83.6	3.8	5.2	90.2	9.8	66.8	11.8	11.6

った。このことは，無加温区の卵の受精卵中の異常ふ化率，卵発生停止率が加温区のそれに比較しそれぞれ8%，6.4%多いことに原因している。

なお，産卵盛期以前の初期の卵質は，両区とも不良で，受精率が非常に低くほとんどふ化仔魚は得られなかった。

5. 生殖巣重量

加温Ⅰ区は越冬水温が高温にかかわらず，他の区が産卵期に入っても産卵しなかったので5月10日に全ての親魚を取揚げ，その生殖巣重量を調査し表4に示した。

雌のGonad index（G. I.）は1尾を除き66.6と79.1でこの数値は既報[3]のマダイ成熟調査の成熟期の段階に相当し，卵巣卵も一部は透明卵であり完熟期の状態の卵巣であった。雄の精巣のG．I．は32.4と56.3で解剖時に精巣の肛門部附近の貯精嚢には精液が充満していたことから，雄も十分に成熟状態にあったと言える。

この結果から推定すれば，加温Ⅰ区も飼育を継続すれば産卵が得られる可能性が十分にあったと思われる。

表4　加温Ⅰ区のGonad Index

親魚	性別	魚体重 (B.W.) (g)	生殖巣重量 (G.W.) (g)	G.I.*
1	♀	1,210	2.3	1.9
2	〃	2,000	124.0	66.6
3	〃	1,990	146.0	79.1
4	♂	1,310	41.9	32.4
5	♂	1,400	74.6	56.3

* G. I.: Gonad index $=\frac{\text{G. W.}}{\text{B. W.}-\text{G. W.}}\times 10^3$

なお，1尾の雌はG.I.が1.9で生殖巣はほとんど成熟していなかった。この魚は，飼育中に体色が黒ずみ，他の魚から離れて摂餌しなかった衰弱病魚であった。

考　　察

1. 産　卵　期

冬期15°C以上に加温した試験池の産卵は5月10日までなく，12°C以上に加温区と，自然水温の無加温区とは，産卵開始時に大差なく，加温Ⅱ区がわずか4日早かったことから冬期の水温が産卵期の決定要因でないように思われる。更に，産卵開始時の水温についてみると，梶山[7]が天然親魚の産卵期を，その海域の水温が15°Cに達する時期と一致するとしているが，これは産卵回游を行なう天然親魚の場合であり，養殖親魚については野口[4]の確認によると，鳴門水族館では飼育水温年間18°C以上で4月9日から6月上旬まで続いたとし，また，古賀[5]は深さ，横各1m，奥行き1.2mの観覧水槽内での産卵を調査し，飼育水温18°C～19°Cで産卵期は4月2日から5月26日まで続いたとしている。本試験においても加温Ⅰ区は，5月10日の水温17.6°Cになっても完熟期の卵を持ちながら産卵せず，加温Ⅱ区は4月14日の16.2°Cで産卵し，無加温区は4月18日の12.3°Cの低水温で産卵している。これらの例から，養成マダイの産卵開始は一般に4月中旬であり，その時の水温と産卵とは密接な関係がないように推察できる。

しかし，産卵開始要因を本実験から推察すると，加温Ⅰ区では12月から4月の間の水温較差が15°C～17.5°C間の2.5°Cに対し，加温Ⅱ区では12.2°C～16.6°C間の4.3°C，無加温区は9.3°C～14.2°C間の4.9°Cとその値が大きい。この冬期最低水温と産卵期水温との較差に関係があると思われる。

2. 産　卵　量

加温Ⅱ区の雌1尾の産卵数2,516,000粒に対し，無加温区は2,230,000粒であった。この産卵数の10%の差は，冬期加温飼育にともなう摂餌による栄養供給が卵形成に作用したとも考えられるが，今後の研究に待ちたい。

3. 卵　　質

1969年の水槽内自然産卵群の受精率，ふ化率は既報[6]のとおり受精率40%～60%，ふ化率10%～25%であったが，本試験においては，加温区，無加温区とも受精率90%以上，ふ化率は加温Ⅱ区で83.6%，無加温区66.8%と，両試験区とも非常に向上した。これは淡水養殖のニジマス，コ

イ，アユなどの親魚飼育にみられるように，使用餌料，特にビタミン混合，ビタミンEの添加に関連が大きいためと考えられる。

加温Ⅱ区と無加温区の受精率の差はわずかであるが，正常ふ化率に差がある。この差は受精卵の発生過程に生ずる死亡，及び畸形が原因であることを確認したが，その卵発生に異常を生ずる原因の詳細は不明である。ただ，冬期加温により良好な摂餌から9.8％増重した加温Ⅱ区の親魚と，冬期の低温化により摂餌せず16.4％減量した無加温区の親魚の栄養状態は当然差を生じたことは推察できる。この親魚の栄養状態の差が卵に影響し正常発生に耐え得ない弱い卵を多く形成する原因となったことが考えられるがこの親魚と卵質との関連は今後の親魚管理及び採卵技術上の問題として重要であろう。

要　　約

1．冬期最低水温9°Cと12°C とで越冬した親魚の産卵開始期は4月18日と4月14日で大きな差がなかった。しかし，15°C で越冬した親魚は5月10日まで完熟卵を持っていたにもかかわらず産卵しなかった。

2．マダイ産卵開始時の水温は天然親魚では15°Cとされているが，養殖親魚の場合は4月上旬，中旬に産卵する例が多く水温に大きく影響されていないと思われた。

3．越冬水温差により，12°C越冬親魚は期間中の摂餌により体重が9.8％増重し，9°C越冬親魚は摂餌せず体重が逆に16.4％減耗した。また，12°C 越冬親魚の卵の正常ふ化率は9°C 越冬親魚の卵のそれより16.8％高く83.6％であった。このふ化率の差は親魚管理と卵質という養成マダイからの採卵技術上重要な問題と考えられる。

文　　献

1）広島水試：マダイの種苗生産と親魚養成に関する研究．昭和42年度指定研究種苗生産研究報告書，19～20（1968）

2）――：マダイその他の親魚養成に関する研究．昭和43年度指定研究種苗生産研究報告書，1～5（1969）

3）――：マダイ・クロダイ・スズキの親魚養成．昭和44年度指定研究種苗生産研究報告書，2～19（1970）

4）野口利夫：水槽内のマダイ自然産卵，養殖，5(3)：81～85（1968）

5）古賀文洋・田中義興・中園明信：水槽内におけるマダイ・クロダイの産卵について．Rept. Fish. Lab. Kyushu Univ., 1: 83-89 (1971)

6）広島水試：マダイ・スズキの親魚養成に関する研究．昭和45年度指定研究種苗生産研究報告書．2～8（1971）

7）梶山英二：鯛．杉山書店　東京（1937）

福山沖ノリ漁場環境調査

—潮流および陸水，栄養塩類の分布—

猪子嘉生・大内　晟

Hydrographical Survey of Laver Culture Grounds in the Estuary of Ashida River, Fukuyama

—Aspects of Tidal Current, Fresh Water Effluent and Nutrients in Relation to Cultured Laver Crops—

Yoshio INOKO and Akira ŌUCHI

ま　え　が　き

昭和45年度のノリ養殖は全国的に豊作で，広島県でも他地区では平年作以上の生産があげられた。このなかで，福山地区は，過去に例をみないほどの不作に終った。当地区ではこの年漁場に隣接して，100万m^2に及ぶ埋立て地の護岸が完成し，漁場環境の大巾な変化が予想されたので，それを調査し，こんごの漁場利用の指針とすることになった。調査の結果，種々興味ある結果が得られたので，報告する。

本文に先立ち，漁場の問題点と調査計画に関し有益なご助言をいただいた南西海区水産研究所増殖部長斉藤雄之助博士に厚くお礼申し上げる。また，本調査は福山地区ノリ養殖振興対策協議会の自主的な活動により，実現したものであることを記し，会長以下協議会の方々，ならびにこれを終始熱心に指導援助された福山農林事務所，福山市役所の関係者の方々に厚くお礼申し上げる。

調　査　方　法

調査対象漁場は福山地区（水呑，田尻，鞆漁協）地先ノリ漁場とその周辺水域一帯とした。漁場の分布，調査点配置の状況を図１に示す。

観測調査は，46年８月12日（大潮）の早朝から夕刻までの12時間，各調査点に船１隻と人員２名を配置し，同時一斉観測として実施した。

流向，流速観測は30分ごとに計25回 0m と 1m の２層について実施した。流速計はブリキ製十字測流板[1]を用いた。また，１時間ごとに計13回採水し，帰場後直ちに Ammonia-N, Nitrite-N, Nitrate-N, Phosphate-P および塩素量をを定量した。Ammonia-N は真鍋の方法[2]，他の栄養塩類は STRICKLAND の方法[3),4)]，塩素量は常法[5]によった。

観測データは5,000個を越え膨大になるため，流向，流速については漲潮時，落潮時，全潮時の３通り，塩素量，栄養塩類については低潮時，高潮時，全潮時の３通りに随時とりまとめて示

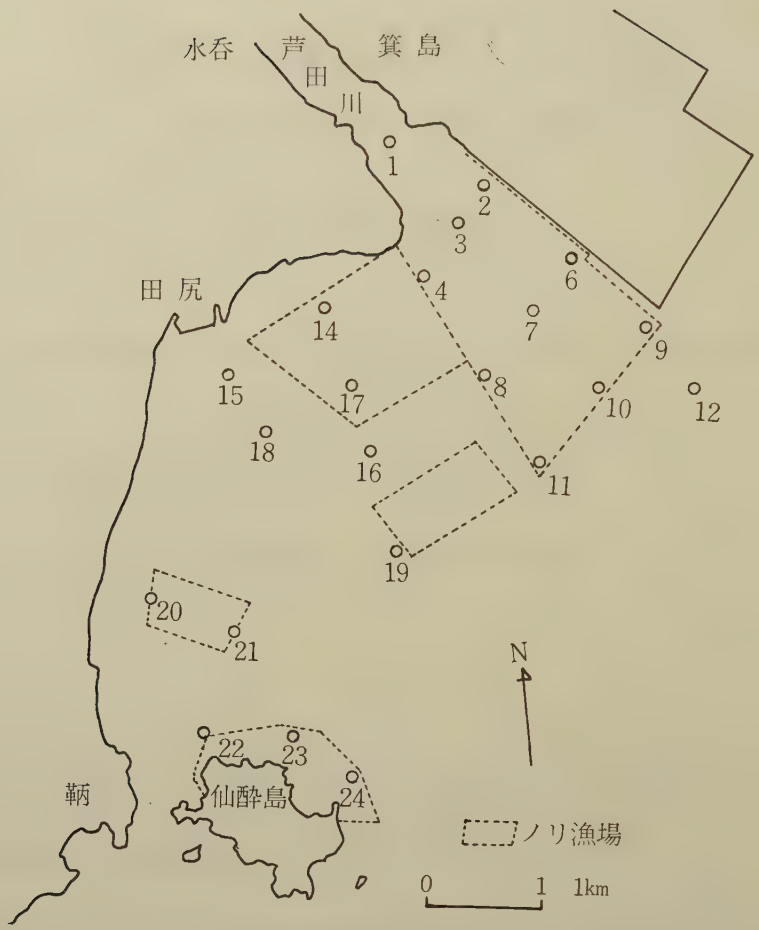


図1　調　査　点　図

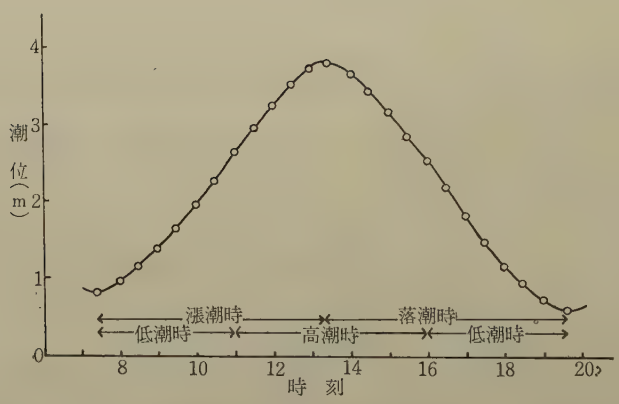


図2　潮　　位　　図

した（図2）。集計方法は流向，流速では単純平均とベクトル平均，その他は単純平均を用いた。また，塩素量は次式により陸水混合率（W%）に変換して示した。

$$W(\%)=((Cl_s-Cl)/Cl_s)\times 100$$

（ここで Cl_s は沖合海水の Cl‰*, Cl は各サンプルの Cl‰）

観測当日の風向・風力と潮汐の状況をそれぞれ表1，図2に示す。

表1　観　測　日　の　風

観測番号	時　刻	風　向	風　力	観測番号	時　刻	風　向	風　力
1	7.30	NE	2	16	15.00	E	2
2	8.00	NE	1	17	15.30	E	2
3	8.30	NE	1	18	16.00	E	2
4	9.00	NE	1	19	16.30	E	1
5	9.30	ENE	2	20	17.00	ENE	1
6	10.00	ENE	2	21	17.30	SSE	3
7	10.30	E	2	22	18.00	SSE	3
8	11.00	E	2	23	18.30	SSE	3
9	11.30	E	2	24	19.00	SSE	3
10	12.00	E	2	25	19.30	SSE	3
11	12.30	E	1				
12	13.00	E	1				
13	13.30	ESE	1				
14	14.00	ESE	1				
15	14.30	ESE	1				

昭和46年8月12日
調査点　12

結　　果

1. 潮　　流

潮流観測結果を表2，図3，4に示す。

1）流速の潮時変化

芦田川川中，川口干潟部の調査点1，2は典型的2峰型で，全般に全調査点中の最大流速を示している（最大 55.6, 47.6 cm/s）。川口に隣接する調査点3，4は，これについで流速が大きく，その潮時変化も調査点1，2に準ずる。箕島埋立て南岸の調査点6，7は全般に流速が著しく小さい。調査点6は潮時変化が1峰型で特異であり，満潮後の数時間に流速が増大している。

水呑，田尻漁場の沖合部に連なる調査点8，10，11，12および19は互いによく類似した変化を示し，全般に流速は大きい。

田尻沿岸奥部の調査点14，15は全潮時を通じて流速が小さく，大した潮時変化もみられない。田尻漁場中央部にある調査点16，17，18は，互いによく類似していて，流速，潮時変化とも沿岸点，沖合点の中間型を示している。

鞆地先では，沿岸寄りの調査点20は調査点14，15同様流速が小さいが（最大 10.9 cm/s），沖合側の調査点21はかなりこれを上回る。ただし潮時変化に明かな傾向はみられない。

* 走島底層　18.21‰，43年度実施[6]，を採用

仙酔島北の調査点22，23，24は島の西から東へ連なる一連の調査点であるが，流速変化の状況はそれぞれ異なる。流速増大時期は，調査点22，24が落潮時，調査点23が漲潮時の数時間である。いずれも不明瞭な2峰型で，一方の峰は極めて小さい。

表2　平均流速

調査点	単純平均			ベクトル平均		
	漲潮	落潮	全	漲潮	落潮	全
1	30.2	31.8	31.0	28.8	30.9	2.4
2	18.6	24.3	21.2	17.4	23.4	3.7
3	15.1	11.8	13.6	14.3	10.1	6.7
4	14.5	10.7	12.7	13.7	6.6	5.7
6	5.0	11.0	7.8	3.5	7.9	5.6
7	5.3	7.3	6.3	1.1	6.0	2.5
8	13.8	11.7	12.8	10.1	5.0	5.0
10	21.4	9.1	15.5	19.0	7.3	10.9
11	21.2	9.5	15.6	16.7	7.4	11.9
12	17.3	14.8	16.0	12.4	4.2	8.1
14	6.0	4.8	5.4	4.4	4.0	3.0
15	6.0	4.3	5.2	5.1	2.6	2.1
16	15.4	8.2	11.8	14.4	6.6	9.8
17	9.2	5.1	7.1	4.9	2.7	2.1
18	9.9	4.9	7.4	7.9	2.9	4.6
19	21.6	9.6	15.6	19.5	8.0	13.1
20	3.2	5.7	4.3	2.1	5.6	1.5
21	10.4	8.2	9.2	8.0	5.4	2.6
22	8.1	8.8	8.5	7.4	7.3	5.9
23	21.7	5.0	13.7	11.1	4.1	7.1
24	8.7	11.1	9.8	0.8	6.3	3.4
平均	11.8	9.1	10.4	9.3	6.8	4.9

1 m層，cm/sec

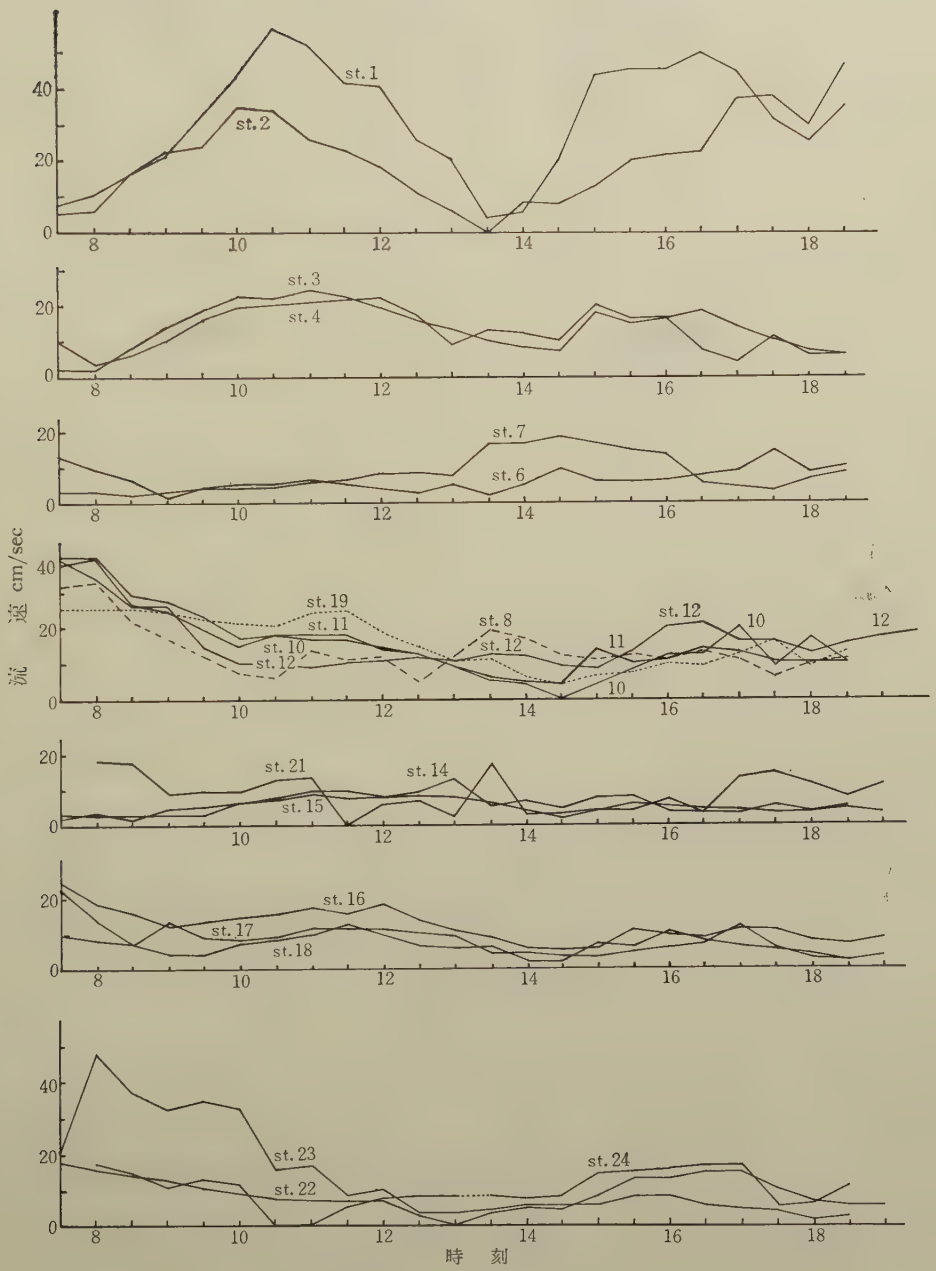

流　速 cm/sec
時　刻
st. 1
st. 2
st. 3
st. 4
st. 7
st. 6
st. 19
st. 11
st. 10
st. 12
st. 8
st. 12
st. 12
11
10
10
12
st. 21
st. 15
st. 14
st. 16
st. 17
st. 18
st. 23
st. 22
st. 24

図3　流　速　の　潮　時　変　化

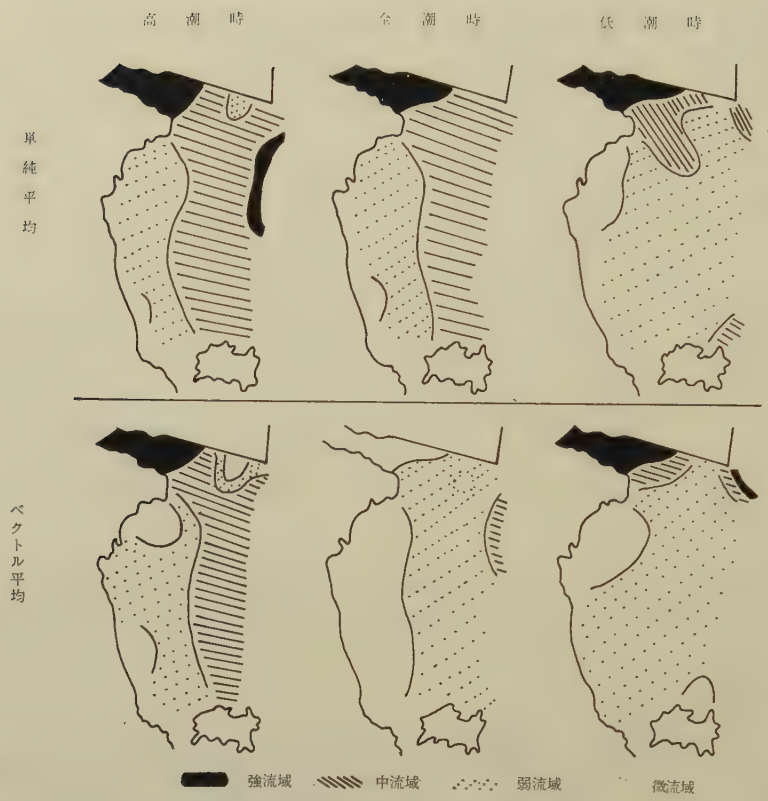


図4 平均流速の分布

2）平均流速の分布

全調査点全潮時の総平均流速は，単純平均で 10.4 cm/s，最大値，最小値はそれぞれ調査点1の31.0 cm/s，調査点20の 4.3 cm/s を示す。最大値と最小値では実に 8 倍，総平均に対してはそれぞれ 3 倍，1/2.4 倍の差が示される。全般に漲潮時の流速は落潮時を上回り，全調査点の平均で2.7 cm/s の差がみられる。また，当然ながら単純平均流速はベクトル平均を 2〜3 cm/s 上回っている。これらを総括すると当水域の海水流動区分はつぎのとおりである。

川中および川口の干潟浅部が最強流点で，強流域とみなされる。ついで，これに隣接する部分と距岸 3 km 以上の沖合部が中〜強流域とみられる。一方，水呑箕島埋立て南岸の一部と田尻，鞆沿岸奥部には微流域の存在が認められる。これらを取り巻く竹ヶ端から田尻，鞆にかけての距岸 1〜2 km の沿岸一帯は弱流域とみられる。これを越えた残りの水域がほぼ中流域とされる。

潮時別平均ベクトル分布を図5に示す。漲潮時，落潮時とも沖合点は西寄りの流向を示すものが多いが，これは風の影響が強く現われた結果と考えられる。

2. 陸水混合率

1）低潮時，高潮時，全潮時の分布

結果を表3，図6に示す。

低潮時川中で最高の20.9％が，ついで箕島埋立て東南端および西端附近で10％強が示される。8％線は水呑漁場の中央部附近までと，田尻漁場のほぼ全体をおおう。他はいずれも 7〜8％で，7％以下の点は調査点23だけである。

図5　潮時別平均ベクトル分布図

表3　平均陸水混合率

調査点	低　潮	高　潮	差	全	最大値	最小値
1	20.9	8.0	12.9	13.4	32.0	7.1
2	10.8	7.2	3.6	8.7	17.8	6.6
3	8.3	7.3	1.0	7.7	11.3	6.9
4	9.6	7.8	1.8	8.4	11.3	7.1
6	6.8	6.2	0.6	6.4	7.1	4.8
7	7.6	7.0	0.6	7.2	8.1	6.6
8	8.0	6.7	1.3	7.2	9.2	6.4
9	12.6	6.5	6.1	9.1	21.5	6.2
10	7.6	6.4	1.2	6.9	9.0	5.8
11	7.0	6.5	0.5	6.7	7.6	6.3
12	7.4	6.5	0.9	6.9	8.3	6.4
14	8.1	8.2	−0.1	8.2	9.7	6.8
15	7.5	7.9	−0.4	7.6	8.9	6.5
16	7.7	6.5	1.2	6.9	8.0	5.8
17	8.7	7.0	1.7	7.7	9.8	5.9
18	7.6	6.9	0.7	7.2	8.7	6.2
19	7.3	6.6	0.7	6.9	7.9	6.4
20	7.5	7.9	−0.4	7.7	8.1	7.2
22	7.2	7.0	0.2	7.1	7.4	6.8
23	6.8	6.9	−0.1	6.9	7.2	6.3
24	7.0	7.0	0.0	7.0	7.0	6.8
平　均	8.7	7.0	1.7	7.7	—	—

0 m層，%

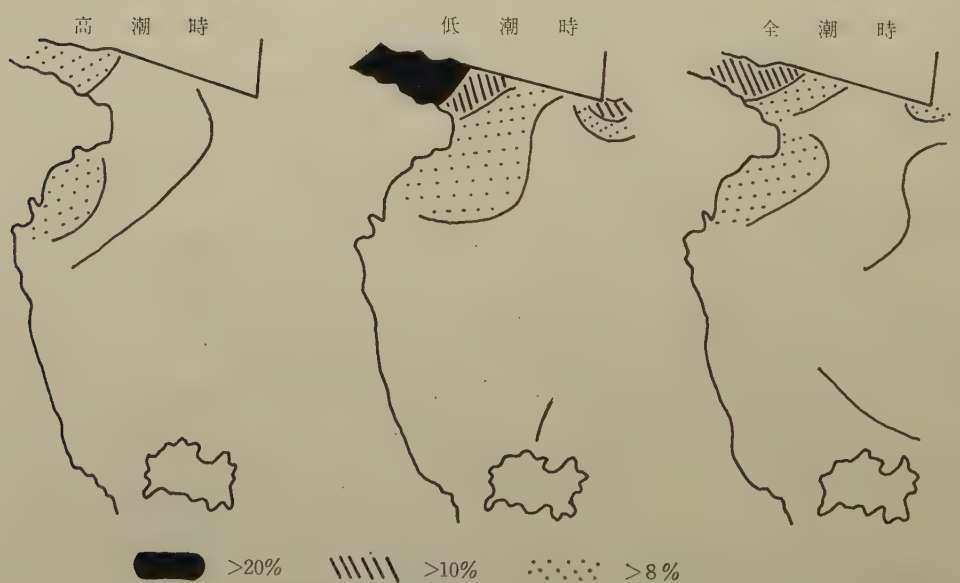


図6　陸水混合率の潮時別分布

高潮時10%以上の点は全くみられない。8%線は川中と田尻沿岸奥部まで後退し，代って7%線が現われる。7%線は水呑漁場の中央部から田尻，鞆沿岸に平行に距岸 1～2 km 附近を走る。従って，当水域の過半が7%以下となっている。

全潮時平均では7%線は各漁場の最沖合点，距岸 2～3 km を連ねたところを走る。

いわゆる塩分の変動巾，すなわち低潮時と高潮時の差，または最大値と最小値の差は，川中と川口が最も大きく，ついで沿岸寄りで大きく，沖合寄りで小さい。しかし，最も変動巾が小さいのは，沖合点でなく，微流域の点である。

2）潮時変化

最低潮時から1時間ごとの潮時変化を図7に示す。

最低潮時20%線は川口附近まで，10%線は川口から 1 km 沖合まで，そして8%線は真南に向きを変えて舌状に張り出し，その先端は，田尻漁場の最沖合部，川口から3.5km附近に達する。この時，福山港側からも水呑漁場の沖合点をかすめるように張り出しているのが認められる。これらにはさまれた箕島埋立て南岸の一角は，両者の張り出しからとり残されて，7%以下という低い部分を生じている。1時間後，8%線は先端が丸くなって後退し始める。調査点1，2，9等では，急速な低下がみられる。さらに1時間後，舌状の張り出しは著しく変形しながら縮小し，代って，沖合水（7%線）が現われる。そしてしだいにこれが漁場全体をおおい，8%線（域）は田尻沿岸奥部と川口の一部だけとなる。ただし，最満潮時においても，水呑，田尻漁場の沿岸寄りの一半は7%域を保つ。

落潮時に移ると，7%域はしだいに拡大を始める。始めは，田尻沿岸沿いと箕島埋立て南岸沿いの2方向に分れて拡大するが，続いて前述の舌状の張り出しとなる。そして，落潮後期には，距岸 3 km 以上の沖合に達する。ただし，この低潮では8%域は田尻沿岸の一部距岸 1～2 km の範囲にとどまり，舌状張り出しはみられない。

3. 栄　養　塩　類

結果を表4，図8に示す。

1）Ammonia-N

川中の調査点1と水呑沖合点の調査点10は，低潮時，高潮時とも最高で 100 μg/L を越え富栄養域とみられる。ついで，川口部と田尻沿岸奥部が高く準富栄養域とされる。水呑，田尻漁場の中央部一帯は低潮と高潮時で分布域が変るが，ほぼ中栄養域とされる。このなかで箕島埋立て南岸の微流域の一部は，貧栄養域となっており注目される。鞆寄りの水域は急速に減じて貧栄養域となる。ただし，鞆沿岸の一部では小規模ながら中栄養域がみられる。ここでは低潮時より高潮時に濃度が高く特異である。

全調査点の平均は，低潮時 65 μg/L，高潮時 41 μg/L で約1.5倍の相違がみられる。潮時による変動は全般に沖合部は小さいが，川口部は大きく2～3倍になる。

2）Nitrate-N

Nitrate-N の分布は Ammonia-N のそれによく類似している。富栄養域および準富栄養域は川中と調査点10にみられる。ただし，前者は低潮時に後者は高潮時に最高を示す。この両点にはさまれる水呑漁場一帯は中栄養域とみられる。Nitrate-N の場合は中栄養域は田尻漁場まで及ばない。田尻漁場から鞆側一帯は仙酔沖の一部を除き，すべて貧栄養域である。

全調査点の平均は低潮時，高潮時それぞれ 31，18 μg/L で，それぞれ Ammonia-N の約半量となっている。

3）Phosphate-P

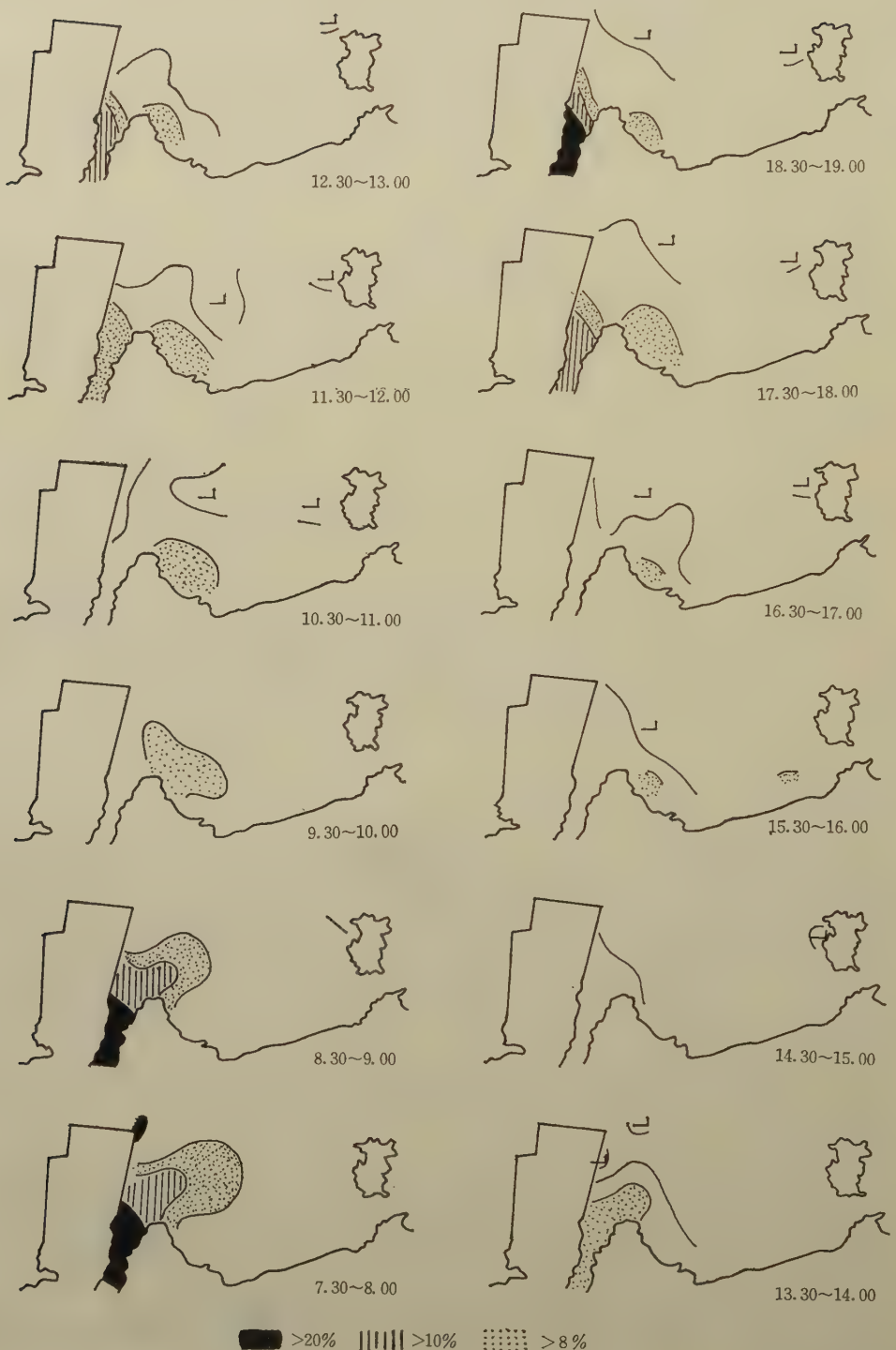


図7　陸水混合率の潮時変化

表4　平均栄養塩濃度

調査点	Ammonia-N			Nitrate-N			Phosphate-P		
	低潮	高潮	全	低潮	高潮	全	低潮	高潮	全
1	205	100	153	136	24	80	55	15	33
2	152	85	118	73	20	46	41	8	23
3	71	27	49	42	13	27	21	8	14
4	101	57	77	47	23	37	12	6	9
6	11	11	11	14	60	29	4	3	3
7	22	29	25	42	24	35	9	8	8
8	80	26	53	25	19	22	7	3	4
9	(16)	15	29	69	11	27	9	2	6
10	151	131	141	44	41	43	26	10	18
11	63	47	55	28	25	27	9	7	8
12	54	12	35	19	6	13	8	6	7
14	59	80	70	11	20	16	14	18	16
15	77	36	56	8	4	6	12	10	11
16	9	6	7	6	6	6	4	5	5
17	41	2	21	6	8	7	11	7	9
18	18	14	16	10	5	7	8	11	10
19	14	33	24	13	13	13	14	12	13
20	41	59	50	17	12	15	12	16	14
22	21	1	11	18	28	23	8	8	8
23	26	50	38	20	23	22	14	10	12
24	(61)	30	35	(26)	20	20	17	30	26
平均	65	41	51	31	18	25	15	10	12

0 m層，μg/L

Phosphate-P の分布も Ammonia-N, Nitrate-N のそれに準ずる。川口部と水呑沖合点の調査点10に富栄養，または準富栄養域がみられ，田尻，鞆寄りの一帯は貧栄養域とされる。そして，田尻沿岸奥部と仙酔島沖に中栄養域を生ずるなど上記と類似点が多い。

考　　察

埋立て前の潮流について精細な調査はないが，参考までに1例[6]を図9に示す。これから，前述のような微～弱流域の存在はうかがえない。従って，これらは箕島埋立ての完成により，新たに形成，または促進されたものと考えられる。

また，埋立て前における陸水および栄養塩分布調査の1例[7]を図10に示す。ここでは，陸水は芦田川を，Ammonia-N は福山港を中心とし，水呑漁場から田尻，鞆漁場一帯へ拡がっているのがみられる。

これらの状況と前述の調査結果を比較すると，埋立て前後におけるノリ漁場環境の変化を，つぎのとおり要約できる。

第1に，漁場の周辺が開放的地形から，半袋状地形に変り，漁場のところどころに微弱流域が出現し，全般に海水流動が減少した。

第2に，福山港から直接南下，供給されていた陸水と栄養塩が，埋立て地により遮断され，一

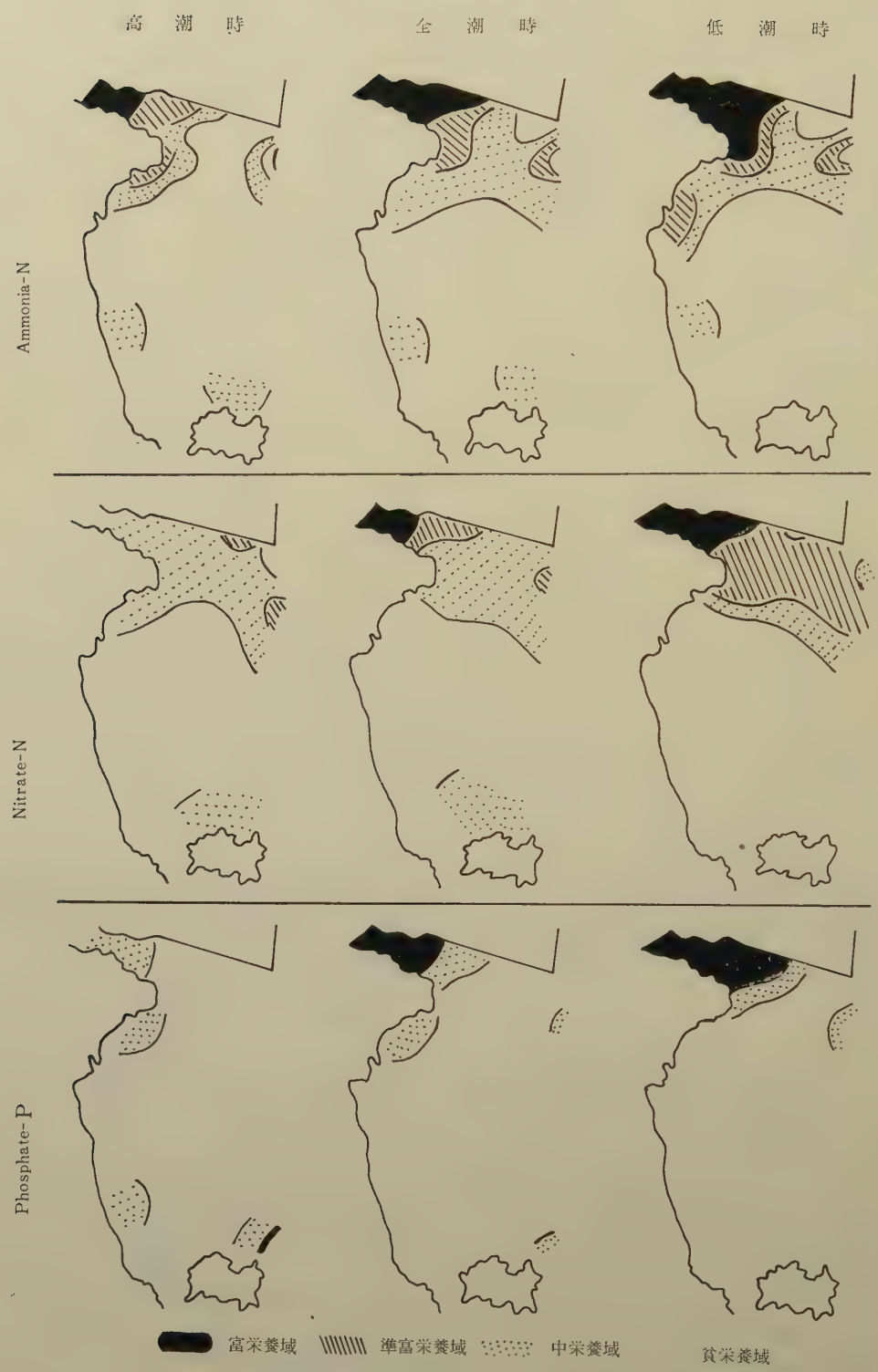

高　潮　時
全　潮　時
低　潮　時
Ammonia-N
Nitrate-N
Phosphate-P
富栄養域
準富栄養域
中栄養域
貧栄養域

図8　栄　養　塩　分　布

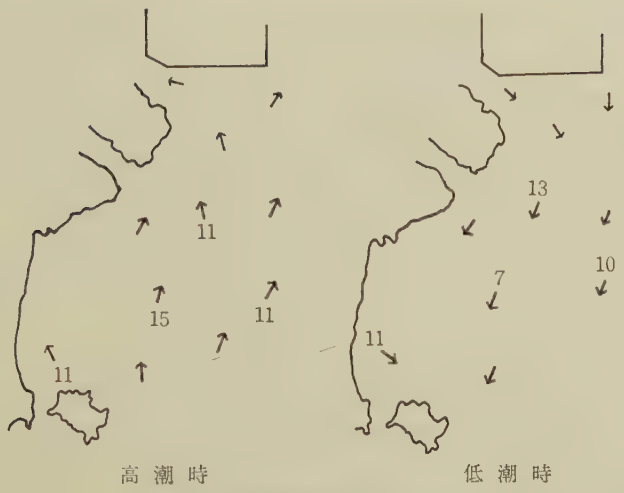


図9　大潮時の平均流速，cm/sec

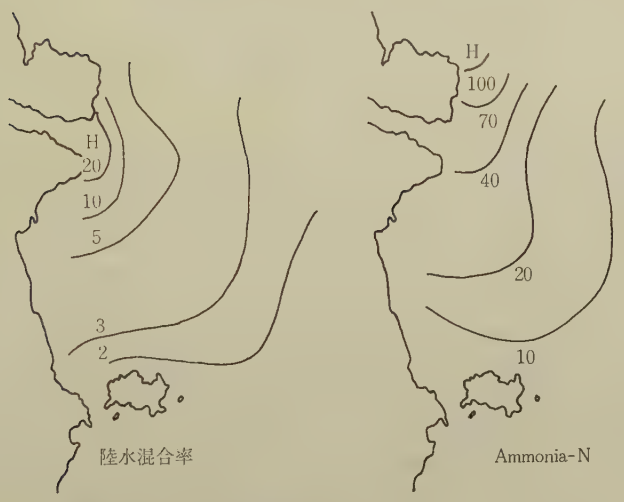


図10　陸水および栄養塩分布（S43.11.14.，0m層）

たん東方沖合へ拡散したのち，遠回り，間接的にしか供給されなくなった。そして，芦田川依存の傾向が強まったと推測される。

これまで本漁場の漁場面積と柵面積の比は，県下で最低の7～8倍でありながら，毎年最高の生産（平年で柵当り1,500枚以上）があげられてきた。それは，本漁場が河口域漁場で，富栄養のうえ，強流動という，ノリ漁場としての2大要件を合せ備えていたことによると考えられる。しかし，埋立て後の現在，どちらの点についてもノリ漁場環境としては劣化していることが認められ，こんごの漁場利用に際しては，このことを充分考慮しなければならないと考える。

摘　　要

1．福山地区ノリ漁場の不作対策の一環として，当漁場一帯の潮流および陸水，栄養塩類の分布を調査した。

2. 潮流調査の結果，箕島埋立て南岸の一角，および田尻，鞆沿岸の一部に微～弱流域の存在が明かとなった。そして，これらは埋め立て後に形成されたもので，以前の強流動は埋立てによりかなり弱められていると推測された。
3. 陸水と栄養塩の分布は，いずれも芦田川を中心とし，沖合に向うほど低減する，強い芦田川依存型を示した。これは，福山港からの陸水および栄養塩の供給が，埋立てにより遮断され，それは沖回りで間接的になった結果であると推測した。

文　　献

1）松江吉行編：水質調査汚濁指針，91～92，恒星社厚生閣，東京（1961）
2）真鍋武彦：インドフェノール改良法による海水中アンモニアの直接定量，日水誌，35(9)：897～906，(1969)
3）STRICKLAND, J. H. & T. R. PARSONS: A Manual of Sea Water Analysis. Bull. Fish. Res. Board of Canada, Vol. 125 (1965)
4）———— & ————: A Practical Handbook of Sea Water Analysis. (1968)
5）日本海洋学会編：海洋観測指針，157～168，日本海洋学会，東京(1970)
6）第6管区海上保安本部：福山港附近の潮流，広島(1966)
7）広島県水産試験場：ノリ漁場環境調査（福山沖），昭和43年度，(1970)

抄　録　Abstracts

——1969～1971年に学会誌等に寄稿された当試験場々員の研究論文を収録した（一部1968，1972年分を含む）——

渦虫類の1種，イイジマヒラムシによる広島湾産養殖カキの被害

荒　川　好　満

貝類学雑誌，29(2)：65—71（1970）

Notes on Damage to Cultured Oysters in Hiroshima Caused by Predation of a Species of Turbellarian, *Stylochus ijimai* YERI et KABURAKI.

Kohman Y. ARAKAWA

Jap. Jour. Malac., The VENUS, 29 (2): 65–71 (1970)

1968年は，雨量が少なく，海水が高鹹となり，島嶼部のカキ養殖場では渦虫類の1種イイジマヒラムシが異常に発生した。そのため，大黒神島など一部の漁場では，平均85%，また阿多田島付近でも40%ちかいカキが被害をうけた（邦文，英文要約）。

広島湾地区浅海漁場開発計画調査について

——カキ養殖場の開発とその問題点——

荒　川　好　満

水産土木，7(1)：107—121（1970）

On Survey of Exploitation Project of Shallow Sea Fishery in Areas of Hiroshima Bay

——Colonization of Oyster Culture Grounds and the Points at Issue.

Kohman Y. ARAKAWA

The SUISAN-DOBOKU, 7 (1): 107–121. (1970)

昭和42年度から実施した浅海漁場開発事業調査の概要を述べ，開発計画の目的，背景ならびに変遷についてふれた。また，これまでの調査結果にもとづき，カキ養殖場の開発・行使上，留意すべき点を，漁場の立地条件や養殖施設の面などから論じ，あわせて，今後検討すべき問題点についても指適した（邦文）。

二枚貝類の糞学的研究

荒　川　好　満

海洋生物学の進歩，8：307—436（1970）

Scatological Studies of the Bivalvia (Mollusca)

Kohman Y. ARAKAWA

Advances in Marine Biology, 8: 307–436, Academic Press, London (1970)

カキ，アコヤガイ，アサリ，アカガイなど，有用二枚貝を含む160種以上について，その排泄物の特徴や食性を調べ，その型式によって3大別し，さらに細かい特徴の差異によって，18の型ならびに亜型に分類した。

それぞれの排泄物の特徴と食性，生態あるいは消化系の構造機能の関係を吟味し，分類形質としての価値や，進化系統について論じた。また，飢餓や餌料内容，あるいは病理と排泄物の性質の変化にもふれた。

最後に，浅海域における養殖二枚貝類の排泄物の堆積による漁場の老化現象などにも論及し，水産応用方面への研究の展開を示唆した（英文）。

軟体動物糞学文献集

荒　川　好　満

日本国際生物学事業計画委・海洋群集の生物生産力部会資料（昭和45年5月）：1—34

Bibliography of Scatological Literature on Mollusca

Kohman Y. ARAKAWA

JIBP-PM-CG: 1–34 (1970)

最近，内湾・浅海域における生物の基礎生産や物質循環の過程で，底棲動物による糞の堆積の影響が注目されている。ここでは，とくに貝類に関するこの方面の内外文献を抄録し，さらに項目別および種類別の一覧表・分類索引を付して参照の便をはかった。また，末尾に，一般無脊椎動物に関する文献表も，付録として掲げておいた。他に類書がないので，この方面の研究の進歩と現状を知る上で，よい手引きとなろう（邦・英文）。

1969年広島湾に異常発生した管棲多毛類の1種カサネカンザシによる養殖カキの被害について

荒　川　好　満

貝類学雑誌，30(2)：75—82（1971）

Notes on a Serious Damage to Cultured Oyster Crops in Hiroshima caused by a Unique and Unprecedented Outbreak of a Serpulid Worm, *Hydroides norvegica* (GUNNERUS) in 1969

Kohman Y. ARAKAWA

Jap. Jour. Malac., The VENUS, 30 (2): 75–82 (1971)

1969年秋，広島湾一帯のカキ養殖場に管棲多毛類の1種カサネカンザシの異常発生を見，その被害は，県下のカキ養殖筏の60％ちかい6,000台にもおよび，その額は30億円にも達した。異常発生の規模，範囲，経過，原因ならびに駆除対策などについて調査し，その概要を述べた（邦文，英文要約）。

広島湾とその周辺のカキ養殖場に異常発生したヒドロ虫類

荒　川　好　満

採集と飼育，33(8)：195—196（1971）

Notes on Unusual Outbreak of Hydroids in Oyster Culture Beds of Hiroshima Bay

Kohman Y. ARAKAWA

The Collecting & Breeding, 33 (8): 195–196 (1971)

1970年夏，広島付近のカキ養殖場に，ヒドロ虫類の *Tubularia* と *Halicium* とが異常発生した。これの異常発生の規模，範囲，養殖カキへの影響，天敵生物および駆除法などについて調査し，その概要を述べた（邦文）。

カキ養殖場における生物源堆積現象の研究—Ⅰ．適正養殖密度について

荒　川　好　満・楠　木　　豊・神　垣　正　昭

貝類学雑誌，30(3)：113—128（1971）

Studies on Biodeposition in Oyster Beds—I. Economic Density for Oyster Culture

Kohman Y. ARAKAWA, Yutaka KUSUKI & Masa-aki KAMIGAKI

Jap. Jour. Malac., The VENUS, 30 (3): 113–128 (1971)

海産動物の糞の堆積が，海底の物理的化学的性質を変化させ，生物相の遷移を促し，ひいては，その海域の生物生産の低下を招く場合のあることが，最近の研究で明らかにされている。ここでは，マガキを中心に，ムラサキガイ，ホヤ類を材料に，排泄活動の日周変化，季節変化，有機窒素含有量，海底への堆積量，沪水活動の日周変化，カキ筏内外の潮流の変化などを調査し，1筏の養殖生物の総沪水量と海水置換の収支，および1筏分の総排泄量と海域の自浄作用の収支などから，養殖適正密度について考察した（邦文，英文要約）。

アカガイの一奇形

荒川好満

採集と飼育，33(12)：299—300 (1971)

On a Malformed Specimen of *Anadara* (*Scapharca*) *broughtoni* SCHRENCK

Kohman Y. ARAKAWA

The Collecting & Breeding, 33 (12): 299–300 (1971)

幼時の外傷に由来する著しい後天性の奇形標本を入手した。これは，幼期にうけた損傷が，その後の成長におよぼす影響を知る上で，貴重な手懸りとなるので，貝殻および軟体部にあらわれた“後遺症”について，詳細に観察記録し，貝殻形成機構の面から，2・3考察を加えた（邦文）。

養殖場の環境要因からノリの品質を推定する方法について

木村知博

水産増殖，18(2)：57—62 (1971)

On the Estimating Method of the Quality of Laver from the Environmental Factors of Culture Ground

Tomohiro KIMURA

The Aquiculture, 18 (2): 57–62 (1971)

広島県下のノリ養殖場の環境条件からとりだした潮流，塩分，陸度の3要因を利用し，共やく図法を用いることによって，任意の場所で生産されるノリの品質が推定できることを明らかにした。また，共やく図法は，要因解折の検討にも有効なことが解った（邦文）。

気象条件からノリの生産量を推定する方法について

木　村　知　博

水産増殖，18(2)：63—68（1971）

On the Estimating Method of the Yield of Laver from the Meteorological Conditions

Tomohiro KIMURA

The Aquiculture, 18 (2): 63–68 (1971)

共やく図を使用して，広島県下のノリの標準施設（柵）当り生産枚数を，その年度の11月の気温，12月，1月にかけての気温の低下量，ならびに11月，12月の気温と水温の温度差を因子として利用することで，かなりの精度で推定できることを明らかにした（邦文）。

広島湾におけるムラサキイガイの付着状況

楠　木　　豊

水産増殖，16(1)：15—18（1968）

Settlement of *Mytilus edulis* in Hiroshima Bay

Yutaka KUSUKI

The Aquiculture, 16 (1): 15–18 (1968)

カキに大きな害を及ぼすムラサキイガイの付着を34—41年の8カ年にわたって付着状況と海況との関係を調べた。

広島湾では，早い年には12月～1月頃から付着をはじめるが，付着の盛期は3—5月である。この時期は，その年の3月の平均水温と逆の相関関係にあり，水温が高い年には付着は早く終り，水温が低い年にはおそくまで付着がみられる。38年の3月の平均水温は9.3°Cと低かったので，その年の付着盛期は6月上旬であり，著しくおそかった。

付着の量は年により著しい差があり，34年，38年が多く，40年，41年は長期にわたり多数の付着がみられた。

水深と付着との関係は，一般に表層ほど多く，下層にゆくと少なくなる。そのため付着の多い年は底層まで付着するが付着の少ない年は表層だけ付着する（邦文）。

カキ及び付着生物の排泄物量について

楠　木　　豊

水産増殖，18(1)，45—51 (1970)

The Amount of Faeces Produced by Oysters and its Competitors

Yutaka KUSUKI

The Aquiculture, 18 (1): 45–51 (1970)

広島湾におけるカキの生産量は年々増加し，生産力の大きいことを示すものといわれている。しかしカキの成育は年々悪化しており，垂下期間の延長，新漁場の開発などでカキ成育の不良を補なっている。このままの状態では近い将来広島湾のカキ生産は望めなくなると思われる。

カキの成育低下は密殖による餌料不足ということにもよるであろうが，それよりもカキの排泄物が海底にたまり漁場を悪化させていることが主な原因と考えられる。そこで，まず排泄物の量を調べた。

カキ1個1日当りの排泄物量は，乾燥重量にして8月に約 100 mg であるが10月に最も多くなり，約 300 mg となる。その後次第に少なくなり，12月，136 mg，2月 88 mg，4月 42 mg となる。これから筏1台当りの1年間の排泄物量を計算すると，20トンにも達する。

ムラサキイガイの排泄物量は少なく，カキの約半分程度である。シロボヤ，ユウレイボヤでは更に少ない。しかし，これらの付着数もかなり多いので，付着生物も含めたカキ1筏当りの排泄物量は20トンよりもかなり多くなるものと思われる。

これらの排泄物は潮流により分散するが，筏の下に落ちる量は，このうちの10—30%になるものと思われる。又，これら沈積物の有機窒素量は0.5%であり，底質の0.1%にくらべて5倍も多く，そのため底質を有機物に富むものとし，漁場悪化に大きな影響を及ぼしているものと思われる（邦文)。

缶詰カキの緑変と海水中色素量との関連について

楠　木　　豊

水産増殖，19(1)：13—21 (1971)

Relation Between Greening of the Canned Oyster and Plant Pigments in Sea Water.

Yutaka KUSUKI

The Aquiculture, 19 (1): 13–21 (1971)

カキの缶詰製造工程で加熱殺菌すると，消化盲のう部が緑色になる。この原因を調べるため五日市，三高，音戸，安芸津の4地点で1969年1月から5月まで毎月1回カキの緑変状態と植物プランクトンの色素量を調べた。

カキの緑変度は1月が最も濃く，3月にはいずれも緑色となり，4・5月はうすい緑色となる。場所別には成育の良い五日市，音戸で緑色が濃く，成育の悪い安芸津ではいずれも褐色味を帯び，3月のみが緑色となる。

この色の変化は海水中の植物プランクトンのうちカキの体内に取り入れられる量と密接な関係があることがわかった。すなわち摂餌量は月とともに少なくなってゆくので，消化盲のう部の緑色もしだいにうすくなってゆく。また成育の良いところは植物プランクトン量が多いので緑色が強く出ることになる（邦文）。

ミルクイ *Tresus keenae* KURODA et HABE の増殖に関する研究—I.

浮遊幼生と沈着初期稚貝の成長について

溝　上　昭　男・堀　田　正　勝

水産増殖，18(5/6)：237—246（1971）

Studies on the Artificial Propagation of *Tresus keenae* KURODA et HABE—I.

Growth of Free Swimming Larvae and Young Clams.

Akio MIZOKAMI & Masakatsu HOTTA

The Aquiculture, 18 (5/6): 237-246 (1971)

ミルクイの浮遊幼生および沈着稚貝の成長ならびに潜入稚貝の生態について観察した。

1）産卵誘発は温度刺戟法によっても，容易に行なわれる。

2）D型幼生から底生生活に移行するのに要する日数は投餌量や餌料の種類によって異なるが，水温13.8°Cで29日から46日であった。

3）沈着初期稚貝は沈着後45日で平均殻長 1990±37.53 μ（殻長範囲1200～2600μ）に成長した。

4）底生稚貝は殻長 1.8 mm 以上ではすべての個体が砂中に潜入し，その最小型は殻長 1.6 mm であった。

5）沈着初期稚貝の海中における中間育成は歩留りが悪く著しく困難であった（邦文）。

ミルクイ *Tresus keenae* KURODA et HABE の増殖に関する研究—II.

潜入稚貝の成長について

溝　上　昭　男・堀　田　正　勝

水産増殖，18(5/6)：247—257（1971）

Studies on the Artificial Propagation of *Tresus keenae* KURODA et HABE—II. Growth of Young Clams.

Akio MIZOKAMI & Masakatsu HOTTA

The Aquiculture, 18 (5/6): 247–257 (1971)

砂中に潜入するミルクイ稚貝を約10カ月期間飼育を行ない，成長・歩留りおよび中間育成の方法等を検討した。

1）潜入稚貝は殻長 30 mm 以下では殻質は白色，30 mm 以上になると殻縁部より黄色をおび，光沢は消える。

2）海中垂下飼育による潜入稚貝の歩留りは殻長 2.0mm 以下では 0％，2.1～2.9 mm では19.5％，3.0～3.8 mm で34.6％，4.0～5.1 mm で82.3％を示し，大型稚貝ほど良好な傾向を示した。

3）ミルクイ稚貝の育成方法は陸上水槽における沈着稚貝（殻長 250～2000 μ）と潜入稚貝（殻長 2.0～4.0 mm）の飼育および，海中における潜入稚貝（4.0～10.0 mm）の飼育に分けられる。

4）ミルクイ稚貝の初期成長は，ふ化後満1年で平均殻長 56.66±0.36 mm，殻高 39.18±0.23 mm，総重量 29.35±0.52 g となり，天然貝の成長に著しく劣るとは考えられない。

5）潜入稚貝の殻長（SL）と殻高（SH）・総重量（W）の関係は次式であらわされる。

殻長範囲　1.8～42 mm

$SH=0.6368SL+0.176$

殻長範囲　42～62 mm

$SH=0.7867SL-5.838$

殻長範囲　1.0～6.2 mm

$W=0.0881SL^{3.3040}$

ノリに対する界面活性剤の毒性，および付着油の洗浄効果について—Ⅰ

大内　　晟

水産増殖，18(3)：103—109 (1971)

On the Toxicity of Some Surface Active Agents to Laver and Studies of Cleaning Effect to Oil Polluted One.

Akira ÔUCHI

The Aquiculture, 18 (3): 103–109 (1971)

年々，県下では廃油で養殖ノリがこおむる被害が増大している。そこで油の付着したノリ葉体に界面活性剤を撒布して，ノリに生理障害を与えず，油を除去して生産に結びつけられるかを試

験した。

1．界面活性剤および灯油の毒性試験

界面活性剤および灯油を海水で稀釈して，1～10,000 ppm まで等比級数的濃度系列をつくりこの溶液にノリ葉体を30分間浸漬した。その後24時間培養し，傷害の程度を，みかけの光合成量，エリスロシン染色率等で調べた。傷害限界濃度は界面活性剤で 1,000～10,000 ppm，灯油で 10,000 ppm と推定された。

2．養殖場における界面活性剤の撒布試験

多量の重油の付着したノリ網（1.5m×9.0m）に界面活性剤を6ℓ撒布して洗浄効果を調べた。油の付着量は n-ヘキサンで15時間抽出して求めた。付着油量が8.2%であったものが撒布後3日目には0.3～1.7%に減少した。また14日目に摘採して製品化したノリからは0.4%程度の付着油量があった。また，官能試験では異常は感じられなかった。

各種刊行物リスト　List of Miscellaneous Publications

——1969～1971年に当試験場から刊行された指定試験報告その他を表示した（一部1972年分も含む）——

荒川好満・溝上昭男・堀田正勝・橋本俊将・木村知博・楠木　豊：広島県広島湾地区浅海漁場開発事業調査報告（昭和42—44年度総括篇），広島県水産試験場，(1970).

猪子嘉生：広島県における気象，海況とノリの作況との関係．気温との関係，昭和44年度指定調査研究総合助成事業報告書，広島県水産試験場，(1970).

猪子嘉生：ノリ人工発病試験—Ⅰ．炭酸欠乏培養，昭和44年度 指定調査研究 総合助成事業報告書，広島県水産試験場，(1970).

猪子嘉生：pH 法によるノリの光合成測定法について，昭和45年指定調査研究総合助成事業報告書，広島県水産試験場，(1971).

猪子嘉生：ノリ人工発病試験—Ⅱ．干出時の異常環境と活力変化，昭和45年度指定調査研究総合助成事業，広島県水産試験場，(1971).

猪子嘉生：ノリ人工発病試験—Ⅲ．紫外線照射による活力変化と病徴変化，昭和45年度指定調査研究総合助成事業，広島県水産試験場，(1971).

川西正衛・木村知博・猪子嘉生・大内　晟・土井康造：昭和43年度瀬戸内海栽培漁業実践漁場設定調査報告書（クルマエビ放流追跡調査），広島県水産試験場(1969).

川西正衛・大内　晟・木村知博・猪子嘉生・高山晴義・土井康造：昭和44年度瀬戸内海栽培漁業実践漁場設定調査報告書（クルマエビ放流追跡調査），広島県水産試験場，(1970).

川西正衛・溝上昭男・橋本俊将・三好義照・土井康造：昭和45年度瀬戸内海栽培漁業実践漁場設定調査報告書（クルマエビ放流追跡調査），広島県水産試験場，(1971).

川西正衛：クルマエビの資源培養に関する諸問題（保護育成場の耕耘効果について），水産庁調査研究部研究第２課，(1971).

木村知博・大内　晟・溝上昭男・荒川好満・橋本俊将・橋本茂明：昭和44年度全国漁場環境保全基礎調査報告書（呉湾），広島県，(1970).

木村知博：養殖ノリの病害度，活力判定のための溶存酸素法による光合成測定について，昭和44年度指定調査研究総合助成事業中間報告書，広島県水産試験場，(1970).

木村知博：広島県における気象とノリ作況との関係（気象条件からノリの生産量を指定する方法について），昭和45年度指定調査研究総合助成事業報告書，広島県水産試験場，(1971).

木村知博・溝上昭男・橋本俊将・久保田久次・猪子嘉生・大内　晟：広島湾の赤潮定点調査（昭和46年度），広島県水産試験場，(1971).

木村知博：８月に発生した赤潮と気象条件，広島県水産試験場，(1971).

木村知博・溝上昭男・橋本俊将・川西正衛：広島湾における赤潮発生状況について（昭和46年度），広島県水産試験場，(1971).

波多野幸太郎・橋本俊将・溝上昭男・川西正衛・高山晴義・平田貞郎・堀田正勝・大内　晟・橋本茂明・横山巖：昭和45年度全国漁場環境保全基礎調査報告書（福山湾），広島県，(1971).

波多野幸太郎・木村知博・溝上昭男・橋本俊将・川西正衛：大竹岩国水域漁業環境調査報告書，広島県水産試験場，(1972).

広島県水産試験場：広島湾における赤潮の発生と環境について，広島県水産試験場，(1970).

広島県水産試験場：大竹水域（玖波湾）におけるトリガイの異常へい死について，広島県水産試験場，(1971).

編 集 後 記

昭和44年３月第２号発行以来，赤潮全域発生に続く，漁業被害・漁場環境変動など，眼まぐるしい調査が，研究員全員に，何等かの形で，取組む仕事の中に入りこみ，多忙な時が流れた。もしも，46年の平隠な海況がなかったなら，とても，この報告をとりまとめる余裕はなかったであろう。幸いにも，その時を得て，全員が協力して，広島県水産試験場研究報告第３号の姿をみることになったのは大きな喜びである。思えば，この報告に盛られた仕事の多くは，竹内卓三前場長が手がけられたものであり，永い間，ご面倒な世話と，また，立派な新施設の完成する労を頂いた。今後も，ますます，研究に励み，報告の号を重ね，その労に報いると共に，広島県水産業発展の先駆的役割を果してゆくことを念じてやまない次第である。

昭和47年３月31日

広島県水産試験場長
波 多 野　幸 太 郎

昭和 47 年 3 月 31 日 発行

編集・発行人：波 多 野　幸 太 郎

印 刷 者：中本総合印刷株式会社
（広島市大州五丁目１―１）

発 行 所：広 島 県 水 産 試 験 場
（広島県安芸郡音戸町大字音戸5233―２）

BULLETIN OF HIROSHIMA FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 3 1972 March

LIBRARY
JUN 2 1972
FISH & WILDLIFE SERVICE

Contents

Original Articles

Haruyoshi TAKAYAMA:
Observations on an Interesting Marine Euglenoid Flagellate Blooming in Hiroshima Bay, 1969 and 1970 1

Tadaaki SATO, Toru FUSHIMI & Haruyoshi TAKAYAMA:
Studies on Nutrition in Larval Stages of Red Sea Bream, *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL)-I. Comparison of Growth and Survival Rates Between the Larvae Fed with Synthetic Diet and Those with Culture of *Brachionus plicatilis* 9

Toru FUSHIMI:
Studies on Artificial Production of Seedling in Red Sea Bream, *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL)-V. Feeding Experiments on the Youngs Using Flesh Diet Mixed with Alpha-starch 21

Toru FUSHIMI:
Studies on Artificial Production of Seedling in Red Sea Bream, *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL)-VI. Feeding Experiments on the Juveniles Using Mixed Cultures of *Tigriopus* and *Artemia* 29

Kazuhiko MASUMURA & Toru FUSHIMI:
Some Notes on Food Preference in Larval Stages of Cultured Red Sea Bream, *Pagus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL) (Preliminary Report) 35

Toru FUSHIMI, Kazuhiko MASUMURA & Tadaaki SATO:
Studies on Egg-taking from Cultured Red Sea Bream, *Pagrus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL)-II. Stimulating Effects of Temperature Control of Rearing Water During the Winter by Artificial Heat on Spawning Period and Quality of Eggs of the Parent Fish 41

Yoshio INOKO & Akira ÔUCHI:
Hydrographical Survey of Laver Culture Grounds in the Estury of Ashida River, Fukuyama—Aspects of Tidal Current, Fresh Water Effluent and Nutrients in Relation to Cultured Laver Crops 49

Abstracts 63

List of Miscellaneous Publications 71

Published
by
The Hiroshima Fisheries Experimental Station
(Ondo-cho, Aki-gun, Hiroshima)